

Resíduos de Construção Civil
Caso de Estudo: Construção de uma Via Ferroviária

Luisa Maria Ferreirinho Cabaço

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Sanitária

Orientação: Prof^a Doutora Maria da Graça Madeira Martinho

Lisboa, 2009

AGRADECIMENTOS

Agradeço desde já a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, e peço desculpas a quem por lapso me tenha esquecido.

Agradeço à Prof.^a Doutora Graça Martinho da FCT/UNL pela orientação, informação e disponibilidade que teve para comigo cujo auxílio foi determinante para a organização e revisão do presente trabalho, bem como para a explicação de alguns assuntos de resolução complicada.

Agradeço de igual forma à REFER, EP, nomeadamente ao Eng.^o Fernando Martins e à Eng.^a Isabel Sobrinho pela disponibilidade e pela possibilidade de utilizar as informações e dados da obra.

Contei ainda com a colaboração da Entidade Executante (equipa da Teixeira Duarte), nomeadamente nas pessoas do Eng.^o Pedro Ferreira, Eng.^o Pedro Real e Eng.^o Rui Conde que me auxiliaram no fornecimento de alguns dados importantes para a realização da dissertação, a todos eles um muito obrigado.

Não poderei deixar de referir toda a cooperação, confiança, incentivo e palavras reconfortantes que tive por parte dos meus colegas da Fiscalização.

À minha família e amigos e em especial à Eng.^a Tânia Rodrigues, Eng.^a Ana Cecília Lopes e dr.^a Liliana Soares pela ajuda, incentivo e compreensão.

SUMÁRIO

A grande quantidade de resíduos produzidos na construção civil é uma das actuais e mais emergentes preocupações a nível da gestão de resíduos. Actualmente existem ainda algumas lacunas de informação sobre as características, quantidades ou destino final dos diferentes resíduos provenientes das várias obras que decorrem no nosso País, o que dificulta a opção por melhores estratégias e políticas de gestão para este tipo de resíduos.

Utilizando como caso estudo a Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94, da Linha do Sul, os objectivos desta dissertação consistiram na identificação, caracterização e quantificação dos diferentes tipos de resíduos produzidos nesta obra ferroviária, bem como a avaliação do destino final mais indicado para cada tipo de resíduo, e a determinação de alguns indicadores de produção destes resíduos. Posteriormente, e com base nestes dados, estabelece-se uma relação entre os indicadores e os resíduos produzidos na obra em questão, procurando destacar-se os resíduos que foram produzidos em maior e em menor quantidade. A realização deste trabalho permitiu concluir que a produção de resíduos depende do tipo de obra, métodos construtivos usados e da gestão da obra efectuada pelos seus responsáveis.

Os resultados desta dissertação poderão ser bastantes úteis na elaboração dos documentos ambientais realizados nas diferentes fases da obra, tendo em conta sempre a legislação em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º18/2008, de 29 de Janeiro, o Decreto-Lei n.º178/2006, de 06 de Setembro e o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, entre outros, e poderão servir de base de comparação para outras obras de construção civil com os mesmos métodos construtivos, ao mesmo tempo que poderão ser inspiradores para futuros trabalhos de investigação.

SUMMARY

The large quantity of wastes produced in the civil construction is one of the most current and emergent concerns in terms of waste management. Currently there are still some gaps in information on the characteristics, quantities, or final destination of the wastes from several different construction works that arise in our country, which complicates the choice of better strategies and management policies for this type of waste.

Using as a case study the variant between the Pinheiro Station and the 94th Km, of the South Line, the goals of this thesis consisted on the identification, characterization and quantification of the different types of wastes produced on this railway construction, as well as the evaluation of the most appropriate final destination for each kind of wastes, and the determination of some wastes production indicators. Subsequently, and based on these data, a relation between the indicator and the produced wastes in the selected construction has been established, with the objective of knowing which wastes were produced in larger and in smaller quantity. The work developed on this thesis allowed to conclude that the wastes output depends on the type of construction, constructive approaches used and on the construction management made by its responsible.

The results of this thesis may become quite helpful in the elaboration of environmental documents carried out in different phases of construction - according to the legislation in force, namely the Decreto-Lei n.º18/2008, de 29 de Janeiro, o Decreto-Lei n.º178/2006, de 06 de Setembro e o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, among others, and will be able to serve of comparison basis for other civil constructions work with the same constructive methods, at the same time that can provide a good starting point for future inquiry works.

ACRÓNIMOS

ARH	Administração Regional Hidrográfica
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE	Caderno de Encargos
CMAS	Câmara Municipal de Alcácer do Sal
CMMN	Câmara Municipal de Montemor-o-Novo
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
DO	Dono de Obra (REFER)
EE	Entidade Executante
EIA	Estudo de Impacte Ambiental
EP	Estradas de Portugal
GARCD	Guia de Acompanhamento de Resíduos de Construção e Demolição
IGAOT	Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território
IMTT	Instituto de Mobilidade e dos Transportes Terrestres
LER	Lista Europeia de Resíduos
MGA	Manual de Gestão Ambiental
PDM	Plano Director Municipal
PENGEST	Planeamento, Engenharia e Gestão, S.A.
PPGRCD	Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição
PPR	Pilares Provisórios
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RECAPE	Relatório de conformidade ambiental do projecto de execução
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REN	Reserva Ecológica Nacional
SIRAPA	Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente
SIRER	Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos
UE	União Europeia

ÍNDICE DE MATÉRIAS

1. Introdução	1
1.1. Considerações Gerais	1
1.2. Relevância do Tema	2
1.3. Objectivos	3
1.4. Estrutura da Dissertação	3
2. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição	5
2.1. Definição e Classificação de RCD	5
2.2. Enquadramento Legal e Políticas de Gestão	6
2.3. Operação de Gestão de RCD	11
2.3.1. Aspecto Gerais	11
2.3.2. Reutilização, Reciclagem e Valorização	13
2.3.3. Deposição Final em Aterro	15
2.4. Situação Actual da Gestão de RCD	17
2.4.1. Situação na Europa	17
2.4.2. Situação Nacional	19
2.4.3. Projectos Pioneiros em Portugal	21
2.5. Metodologias para a Quantificação dos RCD	24
2.6. Indicadores de Produção de RCD	25
3. Caracterização do Caso Estudo	27
3.1. Descrição da Obra	27
3.2. Descrição dos Métodos Construtivos Mais Relevantes	30
3.3. Tipo e Quantidades de RCD previstas	35
4. Metodologia	37
4.1. Planeamento e Cronograma dos Trabalhos	37
4.2. Identificação dos RCD	38
4.3. Procedimentos	39
4.3.1. Identificação e Quantificação dos RCD Produzidos	39
4.3.2. Selecção dos Indicadores de Produção de RCD	41
4.3.3. Comparação do Caso Estudo com outras Obras	43
5. Análise e Discussão dos Resultados	45
5.1. Gestão dos RCD em Obra	45
5.2. Quantidade de Resíduos Produzidos	51
5.2. Determinação de Indicadores de Produção para cada RCD	53
5.2.1. Outros Óleos de Motor, Transmissões e Lubrificações e Filtros de Óleo	53
5.2.2. Lamas e Misturas de Resíduos Provenientes dos Desarenadores e Separadores Óleo/Água	55
5.2.3. Embalagens Contendo ou Contaminadas por Resíduos de Substâncias Perigosas, e Absorventes, Materiais Filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), Panos de Limpeza e Vestuário de Protecção, Contaminados por Substâncias Perigosas	56

5.2.4. Betão e de Lamas de Betão	58
5.2.5. Madeiras/Cofragem Não Contaminadas	58
5.2.6. Madeira Contendo ou Contaminada com Substâncias Perigosas.....	59
5.2.7. Aço e Ferro	60
5.2.8. Solos e Rochas Contendo Substâncias Perigosas	60
5.2.9. Mistura de Resíduos de Construção e Demolição Não Abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.....	61
5.2.10. Papel/Cartão, Embalagens Plásticas e Ferrosas e Vidro	61
5.2.11. Óleos e Gorduras Alimentares e Misturas de Gorduras e Óleos, da Separação Óleo/Água, Contendo apenas Óleos e Gorduras Alimentares.	63
5.2.12. Lamas de Fossas Sépticas	64
5.3. Análise dos Resultados Obtidos	65
6. Conclusões.....	71
6.1. Síntese Conclusiva.....	71
6.2. Limitações do Estudo	73
6.3. Linhas de Pesquisa Futuras.....	74
7. Referências Bibliográficas	75
8. ANEXOS.....	79
8.1. ANEXO I - Boas Práticas Ambientais para Prevenir e Minimizar a Produção de RCD.....	79
8.2. ANEXO II - Área a Pintar com Misturas Betuminosas	81
8.3. ANEXO III - Volume de Betão Previsto em Projecto e Volume de Betão Real	82
8.4. ANEXO IV - Quantidade de Madeiras / Cofragem.....	91
8.5. ANEXO V - Quantidade Real de Aço/Ferro usado	94

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1: Actividades construtivas mais relevantes e os resíduos produzidos.....	30
Quadro 4.1: Cronograma dos trabalhos.....	38
Quadro 4.2: Resíduos produzidos em obra e respectivo código LER.....	39
Quadro 4.3: Tipo de resíduos produzidos em obra e o indicador seleccionado.....	43
Quadro 5.1: Tipo de resíduos produzidos em obra e a sua identificação segundo o LER	46
Quadro 5.2: Recolha dos ecopontos.....	49
Quadro 5.3: Tipo e quantidades de resíduo produzidos em obra.....	52
Quadro 5.4: Relação entre os equipamentos e as actividades construtivas	53
Quadro 5.5: Número e o tipo de equipamentos em obra.....	54
Quadro 5.6: Resíduos de outros óleos de motor, transmissões e lubrificações e filtros de óleos por equipamento.....	55
Quadro 5.7: Área da infra-estrutura de betão a pintar	56
Quadro 5.8: Quantidade dos resíduos por origem.....	57
Quadro 5.9: Volume de betão usado (m^3).....	58
Quadro 5.10: Volume de resíduos de betão (kg)	58
Quadro 5.11: Quantidade de madeira usada e de resíduo produzido não contaminado	59
Quadro 5.12: Quantidade de madeira usada e de resíduo produzido.....	59
Quadro 5.13: Quantidade de Aço/Ferro usado e de resíduos produzidos (kg)	60
Quadro 5.14: Área que a obra ocupa.....	61
Quadro 5.15: Número de semanas que cada contentor do ecoponto foi recolhido do estaleiro IV. ...	62
Quadro 5.16: Número de semanas que cada contentor do ecoponto foi recolhido do estaleiro V.	62
Quadro 5.17: Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzido em obra.....	62
Quadro 5.18: Número total médio de refeições dadas desde Janeiro de 2008 até Maio de 2009	63
Quadro 5.19: Tipo de resíduo, as suas densidades e as quantidades produzidas em (m^3 e kg)	66
Quadro 5.20: Quantidade de resíduos produzidos em diferentes tipos de obras	68
Quadro 5.21: Comparação de percentagens de resíduos produzidos por obra.....	69
Quadro 8.1. Área (m^2) a pintar com misturas betuminosas no viaduto Norte	81
Quadro 8.2. Área (m^2) a pintar com misturas betuminosas no viaduto Sul.....	82
Quadro 8.3. Área (m^2) a pintar com misturas betuminosas na Ponte	82
Quadro 8.4. Área total (m^2) a pintar com misturas betuminosas	82
Quadro 8.5. Volume de betão previsto em projecto e real (m^3) para o Viaduto Norte	83
Quadro 8.6 Volume de betão previsto em projecto e real (m^3) para o Viaduto Sul.....	84
Quadro 8.7. Volume de betão previsto em projecto e real (m^3) para a Ponte.....	85
Quadro 8.8. Volume total de betão previsto em projecto (m^3) utilizado nas super-estruturas	85
Quadro 8.9. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m^3) para as estacas do Viaduto Norte ..	85
Quadro 8.10. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m^3) para as estacas do Viaduto Sul....	88
Quadro 8.11. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m^3) para as estacas da Ponte.....	91
Quadro 8.12. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m^3) para as estacas (m^3).....	91
Quadro 8.13. Volume total de betão previsto em projecto (m^3) utilizado nas super-estruturas.....	91
Quadro 8.14. Volume de betão total usado em obra (m^3)	91
Quadro 8.15. Quantidade de madeiras/cofragens usadas no Viaduto Norte (m^2)	91
Quadro 8.16. Área das fundações dos pilares do Viaduto Norte (m^2).....	92
Quadro 8.17. Área total da cofragem do Viaduto Norte.....	92
Quadro 8.18. Quantidade de madeiras/cofragens usadas no Viaduto Sul (m^2)	92
Quadro 8.19. Área das fundações dos pilares do Viaduto Sul (m^2)	93
Quadro 8.20. Área total da cofragem do Viaduto Sul (m^2).....	93

Quadro 8.21. Quantidade de madeiras/cofragens usadas na Ponte (m ²)	93
Quadro 8.22. Quantidade total de madeiras/cofragens usadas na obra (m ²)	93
Quadro 8.23. Quantidade de Aço/Ferro real usado na Ponte (Kg).....	94
Quadro 8.24. Quantidade de Aço/Ferro real usado na Viaduto Norte (Kg).....	94
Quadro 8.25. Quantidade de Aço/Ferro real usado na Viaduto Sul (Kg)	95
Quadro 8.26. Quantidade de Aço/Ferro total usado na obra (Kg)	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Fluxograma das etapas da gestão dos RCD em obra	12
Figura 5-1: Contentores e recipientes para a colocação de resíduos	45
Figura 5-2: Eco ponto do estaleiro e da frente de obra.....	49
Figura 5-3: Zonas impermeáveis e cobertas devidamente identificadas para armazenamento de resíduos perigosos.	50
Figura 5-4: Sistema de reciclagem de lamas bentoníticas.	51
Figura 5-5. Distribuição percentual do volume de resíduos produzidos por tipologia de resíduo	67

1. Introdução

1.1. Considerações Gerais

A construção civil é uma actividade ancestral e os resíduos por ela produzidos foram desde sempre enviados para lixeiras sem separação por tipologia e, também, sem qualquer atenção ao nível da contaminação. Apenas só nas últimas décadas começaram a surgir preocupações explícitas sobre a gestão dos resíduos resultantes desta actividade, um dos maiores fluxos de resíduos existentes em Portugal.

Estima-se que são gerados anualmente cerca de 100 mil toneladas destes resíduos na União Europeia (UE) e cerca de 6 mil toneladas em Portugal, incluindo os resíduos referentes a escavações e construção de estradas. No entanto, 90% dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são encaminhados para aterros ou depósitos ilegais, pois existe pouca separação selectiva dos mesmos. (Lipsmeier, 2005).

Em Portugal a gestão de resíduos é regulada pelo regime geral da gestão de resíduos aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro. Este regulamento define RCD como o *resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações*. Porém, devido à elevada quantidade de RCD produzidos em Portugal, houve a necessidade de criar legislação mais específica, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, o qual estabelece o *regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, abreviadamente designados Resíduos de Construção e Demolição ou RCD, compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenamento, triagem, tratamento, valorização e eliminação*.

Antes do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, os resíduos gerados em obras eram tratados de acordo com os vários regulamentos existentes para cada tipo de fluxo, nomeadamente os fluxos de embalagens, óleos usados, acumuladores e pilhas, pneus, veículos em fim de vida, equipamentos eléctricos e electrónicos. Actualmente estes regulamentos são também importantes para a gestão dos RCD, no entanto, o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março abarca a gestão de todos os resíduos produzidos em obra independentemente da sua tipologia.

Para a classificação deste tipo de resíduos é necessária a consulta da Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março, que aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER). No capítulo 17 00 00 desta Portaria encontram-se listados os diferentes tipos de RCD, mas alerta-se que estes não se encontram somente no capítulo 17; os RCD poderão também ser caracterizados noutros capítulos da Portaria dependendo do tipo de resíduo, do tipo de obra e da forma como são produzidos.

1.2. Relevância do Tema

A gestão dos RCD é uma área de grande importância, não apenas em termos ambientais e económicos, mas também ao nível do ordenamento do território.

Devido à grande quantidade de RCD gerados anualmente em Portugal, houve, como já referido, a necessidade de publicar em 2008 um novo regulamento, o Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março. Este fluxo de resíduos e as circunstâncias da sua geração têm características muito específicas que obrigam a medidas próprias para se conseguir a sua correcta gestão. Com este diploma pretende-se que todas as partes envolvidas na produção de RCD assumam um papel de destaque na dinâmica e no incentivo à adopção de práticas de gestão ambiental sustentáveis e na criação de estratégias mais ecológicas. Este regime legal prevê um conjunto de temáticas, nomeadamente as relativas à prevenção, reutilização, operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação.

Assim sendo, todos os intervenientes na produção de RCD e os responsáveis pela sua gestão deverão criar guias e instrumentos de auxílio aos projectos de gestão, tanto ao nível de projectos de obra, como à sua construção e exploração.

Com tal objectivo, surgiu o Plano de Prevenção e Gestão de RCD (PPGRCD), um documento criado pelo novo Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março, e que deverá ser apresentado conjuntamente com o Projecto de Execução nas empreitadas e concessões de obras públicas e desenvolvidos pelas Entidades Executantes (EE). Este documento deverá obrigatoriamente apresentar os princípios gerais de gestão dos RCD de acordo com as alíneas 2) e 3) do artigo 10º do diploma referido anteriormente. Este documento pode ser alterado pelo Dono de Obra (DO) durante a execução da obra ou pela EE desde que o DO autorize, devendo estar sempre disponível para consulta dos intervenientes e das entidades competentes.

Assim, a implementação deste novo regulamento permitirá obter elementos acerca dos quantitativos e das tipologias de resíduos gerados em obras de diversas naturezas, o que, a médio e longo prazo, possibilitará a criação e utilização de uma base de dados mais fidedigna a este respeito. Promover-se-á, assim, um melhor planeamento e gestão deste descritor, com claras e significativas vantagens para todos os intervenientes desta matéria a nível de custos, nomeadamente os decorrentes da poupança de matérias-primas, do aproveitamento de resíduos em obra(s) e do envio de menos resíduos para outros destinos finais.

Concomitantemente, com os dados que se forem obtendo deste caso de estudo e de outros similares, impulsionar-se-á, à semelhança do que já acontece com o ferro, aço e cobre, a criação de receitas provenientes da gestão de outras tipologias de resíduos, o que será mais estimulado com a implementação de mercados de resíduos, previstos para breve.

Concluindo, e tendo em conta a legislação actualmente em vigor, considera-se que este estudo poderá ser muito útil para os próximos empreendimentos construídos segundo o mesmo método e com idênticas dimensões, melhorando os conhecimentos sobre estes resíduos e as quantidades produzidas.

1.3. Objectivos

O principal objectivo desta dissertação é procurar identificar, caracterizar e quantificar os resíduos produzidos numa obra ferroviária, bem como saber o destino final mais correcto para os diferentes resíduos produzidos neste tipo de obras, de modo a obter mais conhecimentos para a execução de documentos em fase de projecto e de apoio à(s) obra(s).

Espera-se, com os resultados obtidos do caso estudo, Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94 – 2ª Fase, da Linha do Sul, ajudar na elaboração dos documentos ambientais realizados nas diferentes fases do projecto, de acordo com a legislação em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º18/2008, de 29 de Janeiro, o Decreto-Lei n.º178/2006, de 06 de Setembro, e o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, entre outros.

As quantidades de resíduos produzidos serão relacionadas com as quantidades de matérias-primas usadas e comparadas com as previstas em projecto, bem como serão analisados os destinos finais mais adequados. Serão, assim, determinados indicadores de produção de resíduos, de forma a poder-se associar o volume total de resíduos produzidos com as matérias-primas usadas numa obra de 2 735 m de comprimento.

1.4. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma introdução à temática dos RCD e à sua relevância, descrevem-se os objectivos e a organização da dissertação.

O segundo capítulo é dedicado aos aspectos da gestão dos RCD, designadamente a definição e classificação dos RD, a política e legislação aplicável a estes resíduos e as diferentes etapas da gestão dos RCD.

No terceiro capítulo é efectuada uma caracterização do caso estudo descrevendo-se a empreitada, os métodos construtivos e a situação actual da gestão dos RCD.

No quarto capítulo apresenta-se a metodologia seguida para atingir os objectivos propostos, descrevendo-se os pressupostos e os indicadores utilizados.

O quinto capítulo diz respeito à apresentação e discussão dos resultados e o sexto capítulo às conclusões, indicando-se algumas limitações do estudo, e sugerem-se algumas linhas condutoras para futuras pesquisas.

2. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

2.1. Definição e Classificação de RCD

Os RCD são resíduos produzidos em obra e de acordo com o artigo 3º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, este diploma define RCD do seguinte modo:

Resíduo de Construção e Demolição (RCD) - o resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações.

É importante ter noção de mais algumas definições afim de não confundir os diferentes resíduos produzidos na mesma actividade.

Resíduo - qualquer substância ou objecto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos ou ainda:

- i) Resíduos de produção ou de consumo não especificados nos termos das subalíneas seguintes;
- ii) Produtos que não obedeçam às normas aplicáveis;
- iii) Produtos fora de validade;
- iv) Matérias acidentalmente derramadas, perdidas ou que sofreram qualquer outro acidente, incluindo quaisquer matérias ou equipamentos contaminados na sequência do incidente em causa;
- v) Matérias contaminadas ou sujas na sequência de actividades deliberadas, tais como, entre outros, resíduos de operações de limpeza, materiais de embalagem ou recipientes;
- vi) Elementos inutilizáveis, tais como baterias e catalisadores esgotados;
- vii) Substâncias que se tornaram impróprias para utilização, tais como ácidos contaminados, solventes contaminados ou sais de ténua esgotados;
- viii) Resíduos de processos industriais, tais como escórias ou resíduos de destilação;
- ix) Resíduos de processos antipoluição, tais como lamas de lavagem de gás, poeiras de filtros de ar ou filtros usados;
- x) Resíduos de maquinaria ou acabamento, tais como aparas de torneamento e fresagem;
- xi) Resíduos de extracção e preparação de matérias-primas, tais como resíduos de exploração mineira ou petrolífera;
- xii) Matérias contaminadas, tais como óleos contaminados com bifenil policlorado;
- xiii) Qualquer matéria, substância ou produto cuja utilização seja legalmente proibida;
- xiv) Produtos que não tenham ou tenham deixado de ter utilidade para o detentor, tais como materiais agrícolas, domésticos, de escritório, de lojas ou de oficinas;
- xv) Matérias, substâncias ou produtos contaminados provenientes de actividades de recuperação de terrenos;

xvi) *Qualquer substância, matéria ou produto não abrangido pelas subalíneas anteriores;*

Resíduo inerte (RI) - *o resíduo que não sofre transformações físicas, químicas ou biológicas importantes e, em consequência, não pode ser solúvel nem inflamável, nem ter qualquer outro tipo de reacção física ou química, e não pode ser biodegradável, nem afectar negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma susceptível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana, e cujos lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado são insignificantes e, em especial, não põem em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas;*

De acordo com a Portaria n.º 209/2004, de 4 de Março, os RCD classificam-se essencialmente no capítulo 17, no entanto, dependendo das diferentes características das obras poderão ser produzidos vários resíduos que são caracterizados noutros grupos do código LER.

Biomassa florestal - *a matéria vegetal proveniente da silvicultura e dos desperdícios de actividade florestal, incluindo apenas o material resultante das operações de condução, nomeadamente de desbaste e de desrama, de gestão de combustíveis e da exploração dos povoamentos florestais, como os ramos, bicadas, cepos, folhas, raízes e cascas;*

Resíduo perigoso - *o resíduo que apresente, pelo menos, uma característica de perigosidade para a saúde ou para o ambiente, nomeadamente os identificados como tal na Lista Europeia de Resíduos;*

Resíduo urbano - *o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações;*

2.2. Enquadramento Legal e Políticas de Gestão

O regime jurídico de gestão de resíduos foi pela primeira vez aprovado em Portugal através do Decreto-Lei n.º488/85, de 25 de Novembro, que foi revogado pelo Decreto-Lei n.º310/95, de 20 de Novembro, tendo este também sido revogado pelo Decreto-Lei n.º239/97, de 9 de Setembro, que se manteve em vigor até à publicação do Decreto-Lei n.º178/2006, de 5 de Setembro.

Este último, a actual Lei-Quadro dos Resíduos, transpõe para o direito interno a Directiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Directiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro. Estabelece o regime geral de resíduos e aplica-se às operações de gestão de resíduos, as quais, compreendem toda e qualquer operação de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, bem como às operações de descontaminação de solos e monitorização dos locais de deposição após o encerramento das respectivas instalações.

Os resíduos produzidos numa obra de construção civil sempre foram geridos de acordo com os diplomas anteriormente referidos e com o apoio dos vários diplomas que surgiram para os diferentes fluxos de resíduos gerados, designadamente:

- Embalagens;
- Pneus usados;
- Pilhas e acumuladores;
- Óleos usados;
- Veículos em fim de vida;
- Equipamentos eléctricos e electrónicos.

No entanto, a grande quantidade de resíduos produzidos em obra e a sua heterogeneidade obrigou os legisladores a criarem um novo diploma, o Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março, centrado nos resíduos produzidos nas obras de construção civil. Esse novo diploma estabelece o regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, abreviadamente designados resíduos de construção e demolição ou RCD, compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenamento, triagem, tratamento, valorização e eliminação.

Este novo diploma hierarquiza as operações de gestão de resíduos (redução, reutilização, reciclagem, valorização energética e deposição final em aterro) e privilegia as seguintes metodologias:

- Minimizar a produção e a perigosidade dos RCD;
- Maximizar a valorização dos RCD;
- Favorecer métodos para possibilitar a hierarquia das operações de gestão dos RCD.

Uma das novidades do Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março, é a obrigatoriedade de se verificarem previamente todas as possibilidades de reutilização e valorização dos resíduos antes destes serem encaminhados para aterro, isto é, qualquer resíduos terá sempre de ser sujeito a triagem antes de ser enviado para aterro. No artigo 6º deste diploma considera-se que os solos e rochas não contaminados não são resíduos e que poderão ser utilizados na reconstrução, reparação e construção, reutilização na própria obra ou noutras obras que sejam licenciadas ou sujeitas a comunicação prévia. Podem ainda ser usados na recuperação paisagística de minas, pedreiras, cobertura de aterros sanitários e em locais licenciados pelas Câmaras Municipais.

No artigo 7º refere-se que a reutilização dos RCD em obra tem de cumprir as especificações técnicas do LNEC (E471, E474, E473 e E472, todas de 2006) ou outras normas técnicas nacionais ou internacionais certificadas/homologadas dos materiais/produtos que se pretendem substituir ao integrar os RCD na obra.

Relacionado com o Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março, está o novo documento obrigatório, denominado Plano de Prevenção e Gestão de RCD (PPGRCD), que se encontra referido no artigo 10º e que obriga os Donos de Obra nas empreitadas e concessões de obras públicas, a apresentarem este documento com o Projecto de Execução, o qual deverá ser posteriormente desenvolvido pela(s) EE(s).

O PPGRCD deverá conter obrigatoriamente:

- Caracterização da obra a efectuar, com descrição dos métodos construtivos a utilizar;
- Metodologias para a incorporação de reciclados de RCD;
- Metodologia de prevenção de RCD, com identificação e estimativa dos materiais a reutilizar na própria obra ou noutros destinos;
- Referência aos métodos de acondicionamento e triagem de RCD, na obra ou em local afecto à mesma, devendo, caso a triagem não esteja prevista, ser apresentada fundamentação da sua impossibilidade;
- Estimativa dos RCD a produzir, da fracção a reciclar, ou a sujeita a outras formas de valorização, bem como da quantidade a eliminar, com identificação do respectivo código LER.

Incumbe ao empreiteiro, ou ao concessionário, executar o PPGRCD assegurando designadamente:

- Promoção da reutilização de materiais e a incorporação de reciclados de RCD na obra;
- Existência na obra de um sistema de acondicionamento adequando que permita a gestão selectiva dos RCD;
- Aplicação, em obra, de uma metodologia de triagem de RCD ou, nos casos em que tal não seja possível, o seu encaminhamento para operador de gestão licenciados;
- Manutenção em obra dos RCD pelo mínimo tempo possível que, no caso dos resíduos perigosos, não poderá ser superior a três meses; e
- PPGRCD pode ser alterado pelo Dono da Obra na fase de execução, sob proposta do produtor de RCD, ou, no caso de empreitadas de concepção-construção, pelo adjudicatário com a autorização dos donos da obra, desde que a alteração seja devidamente fundamentada.

Este plano deve estar disponível no local da obra para efeitos de fiscalização pelas entidades competentes e deve ser do conhecimento de todos os intervenientes na execução da obra.

Já o artigo 12º do Decreto-Lei n.º 46/2008, refere que os RCD deverão ser transportados com Guias de Acompanhamento de Resíduos de Construção e Demolição (GARCD), cujo modelo se encontra na Portaria nº 417/2008, de 11 de Junho. Esta Portaria, que entrou em vigor no dia 12 de Junho de 2008, vem permitir o reajustamento das GAR de forma a adaptá-las a cada produtor e detentor de RCD. Assim, cada produtor/detentor de RCD adapta a GARCD às suas actividades e às características dos seus resíduos.

Nos anexos I e II da Portaria encontram-se duas GARCD diferentes, sendo a guia do anexo I para os RCD provenientes de um só produtor/detentor e a guia do anexo II serve para quando a proveniência dos RCD é de mais de um produtor/detentor.

O operador de gestão de resíduos tem um prazo de 30 dias para enviar para o produtor o certificado de recepção de RCD recebido nas suas instalações, de acordo com o artigo 16º e do anexo III do Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março.

O diploma relativo aos RCD altera também os licenciamentos no domínio dos resíduos, estando dispensados de licenciamento:

- Operação de armazenamento e triagem de RCD na obra durante o prazo da sua execução;
- Operação de reciclagem de RCD no processo produtivo da obra;
- Realização de ensaios para avaliar a possibilidade de incorporar os RCD no processo produtivo;
- Utilização de RCD em obra;
- Utilização de solos e rochas não contaminadas resultantes da actividade de construção na recuperação ambiental e paisagística de explorações mineiras, pedreiras, coberturas de aterros sanitários.

As operações que não são efectuadas em obra necessitam de licenciamento de acordo com o artigo 32º do Decreto-Lei n.º178/2006, de 5 de Setembro.

O artigo 15º obriga os produtores e os operadores de gestão de resíduos a registarem-se no Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente (SIRAPA) e a prestar as informações nele solicitadas. Antes deste Decreto-Lei ser publicado, já o regime geral da gestão de resíduos (Decreto-Lei n.º178/2006, de 5 de Setembro) obrigava os produtores de resíduos a registarem-se no Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos (SIRER), no entanto, o Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março vem reforçar esta nova exigência.

O SIRAPA é um sistema que procura disponibilizar, por via electrónica, um mecanismo de registo e acesso a dados sobre resíduos, substituindo, deste modo, os antigos mapas de registo de resíduos aprovados pela Portaria n.º 1408/2006, de 18 de Dezembro, já revogada pela Portaria n.º320/2007, de 23 de Março. O SIRAPA visa reunir toda a informação relativa aos resíduos e às emissões e transferência de poluentes, de forma normalizada, proporcionando uma base de dados aos utilizadores. Este serviço *on-line* permite pedidos de informação e esclarecimentos, pagamento, informações sobre o pagamento, entre outros serviços.

A Fiscalização da implementação e cumprimento do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, compete às seguintes entidades:

- Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAOT);

- Administração da Região Hidrográfica (ARH);
- Câmaras Municipais;
- Autoridades policiais;
- Outras entidades que a lei permita, como a Fiscalização contratada pelos Donos das Obras.

Além dos diplomas referidos, existe outra regulamentação dos resíduos igualmente importante, nomeadamente:

- Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto - aprova a Lei-Quadro das contra-ordenações ambientais;
- Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março – aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER). A maioria dos resíduos de construção demolição estão incluídos no capítulo 17 da LER, no entanto, devido às diferentes características das obras e também à heterogeneidade dos resíduos produzidos, estes são classificados noutros capítulos da LER, tornando-se muitas vezes complicada a sua classificação;
- Decreto-Lei n.º 170A/2007, de 4 de Maio – regula o transporte rodoviário de mercadorias perigosas;
- Portaria n.º 320/2007, de 23 de Março – altera a Portaria n.º 1408/2006 de 18 de Dezembro, que aprovou o regulamento de funcionamento do Sistema de Registo Electrónico (SIRER);
- Decreto-Lei n.º 59/99, de 02 de Março – sobre o Regime Jurídico das Empreitadas de Obras Públicas. Este diploma apresenta, face ao regime anterior (o Decreto-Lei n.º 405/93, de 10 de Dezembro), inovações resultantes de imperativos do direito comunitário e de exigências de sistematização do direito interno, com vista à criação de um sistema coerente com as restantes medidas legislativas levadas a cabo no sector das obras públicas, traduzidas no novo diploma que regula o acesso e permanência na actividade de empreiteiro de obras públicas e industrial de construção civil, e na criação de um novo instituto público regulador deste sector. O caso estudo é regido por este diploma, visto a obra se ter iniciado (15 de Outubro de 2007) antes de ter sido revogado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro;
- Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro - revoga o Decreto-Lei n.º 59/99, de 2 de Março, aprova o Código dos Contratos Públicos (CCP), que estabelece a disciplina aplicável à contratação pública e ao regime substantivo dos contratos públicos que revistam a natureza de contrato administrativo. Neste Decreto-Lei, na alínea 5) do artigo 43º, é referido que o projecto de execução deve fazer-se acompanhar do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPGRCD), obrigando assim os Donos de Obra a possuírem valores próximos do real, tanto da produção de resíduos, como da quantidade que poderá ser reutilizada, reciclada, valorizada e a que vai para aterro, bem como os custos associados à gestão dos mesmos. Este artigo acrescenta ainda na alínea 8) que o Caderno de Encargos pode ser considerado nulo se não apresentar o PPGRCD. Obriga ainda a(s) entidade(s) executante(s) a executar(em) correctamente o PPGRDC de acordo com a alínea 2 do artigo 394º e do artigo 395º.

O novo Código dos Contratos Públicos obriga a que todos os intervenientes em obras de construção civil pratiquem boas praticas na gestão de resíduos, tendo em conta a hierarquia das operações de gestão de resíduos.

2.3. Operação de Gestão de RCD

2.3.1. Aspecto Gerais

A gestão de RCD ganha cada vez mais importância devido ao enquadramento legal das obras de construção civil. Para que a gestão de resíduos seja no futuro um exercício banal é necessário que seja implementada uma abordagem global que garanta a sustentabilidade ambiental da actividade da construção numa lógica de ciclo de vida. A nova legislação define metodologias e práticas a adoptar nas fases de projecto e execução da obra que privilegiam a aplicação dos princípios da prevenção e da redução, e da hierarquia das operações de gestão de resíduos.

De modo a que estes novos regulamentos sejam aplicáveis, há que criar novas infra-estruturas e novos mercados de resíduos. Muitos materiais utilizados são desperdiçados antes de estarem completamente esgotadas todas as suas possibilidades de aplicação, o que irá traduzir maior necessidade de materiais e um consequente aumento da quantidade de resíduos gerados.

A redução da produção dos RCD pode ser conseguida desde que seja encorajada a implementação de certas práticas, designadamente na utilização e manutenção de matérias-primas e equipamentos, na realização de correcta triagem dos resíduos e na redução na fonte com a aplicação de métodos construtivos que produzam menos resíduos.

O universo dos produtores de RCD é muito vasto, devido principalmente às obras particulares de diferentes dimensões, características distintas e grande distribuição espacial. A pequena dimensão da maioria das obras particulares, a pouca quantidade de resíduos produzidos, o desconhecimento dos donos de obra e a deficiente fiscalização, têm dificultado a gestão dos RCD e a implementação da hierarquia das operações de gestão de resíduos referida no artigo 2º do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março.

A gestão dos RCD sofre várias etapas que deverão ser implementadas em obra, como se pode verificar na Figura 2-1, e assenta em estratégias de prevenção, de forma a atingir os seguintes objectivos (Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março):

- Minimizar a produção de resíduos, utilizando as boas práticas ambientais e facilitando a reciclagem de materiais e produtos, de uma forma segura, eficiente e ambientalmente correcta;
- Controlar os riscos para o ambiente, devido a uma deficiente gestão.

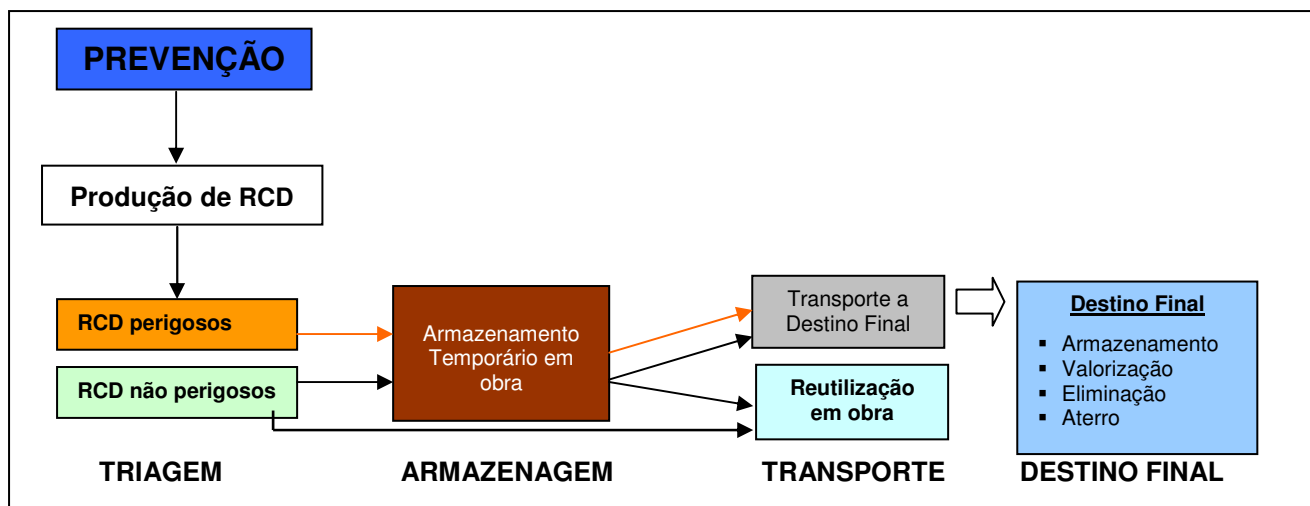


Figura 2-1: Fluxograma das etapas da gestão dos RCD em obra

A **prevenção** requer um controlo na produção dos resíduos e no seu encaminhamento para destino final, bem como nos custos da gestão de RCD. Este controlo permite desviar os resíduos dos aterros e reduzir os impactes ambientais negativos.

O artigo 3º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro define como **prevenção** “as medidas destinadas a reduzir a quantidade e o carácter perigoso para o ambiente ou a saúde dos resíduos e materiais ou substâncias neles contidas”.

Todas as actividades de construção civil estão associadas à produção de RCD, no entanto, podem ser reduzidas se se adoptar uma estratégia preventiva, alcançada com, nomeadamente:

- Optimização da utilização de matérias-primas;
- Utilização de matérias-primas menos poluentes;
- Incremento da vida útil dos materiais; e
- Reutilização em obra dos resíduos produzidos.

Numa correcta gestão de resíduos a primeira e principal acção é a prevenção; no entanto, quando existe a produção de resíduos, estes devem ser separados selectivamente, de modo a permitir uma melhor e mais eficiente gestão. A triagem serve essencialmente para separar os resíduos produzidos e agrupá-los consoante as suas características de modo a permitir a sua reutilização, reciclagem, valorização ou eliminação em aterro.

O armazenamento em obra dos RCD deverá seguir as boas práticas ambientais (ver capítulo 2.4.2. e anexo I) para a diminuição da produção de mais resíduos e de modo a evitar qualquer incidente e/ou acidente ambiental. Deverão existir locais apropriados e identificados para a deposição temporária dos resíduos e dependendo do tipo de resíduo poderá haver a necessidade dos resíduos serem armazenados em recipientes fechados e estanques e colocados em local impermeável, com ventilação, seco e abrigados das intempéries.

Posteriormente ao armazenamento temporário em obra segue-se o transporte dos resíduos, que deverá ser efectuado pelo produtor ou detentor dos resíduos, por uma empresa especializada e licenciada para o efeito ou pelo operador de resíduos, isto é, o destinatário final dos resíduos.

O destino dos resíduos agora na posse dos operadores de resíduos pode ser a reciclagem, a valorização ou deposição em aterro.

2.3.2. Reutilização, Reciclagem e Valorização

Aquando da produção de RCD é necessário definir o destino final de cada resíduo, possibilitando uma gestão adequada tendo em conta as suas características. A gestão destes resíduos deverá respeitar a hierarquia dos resíduos de acordo com o especificado no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, e mais recentemente no Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março. Assim, é importante ter a noção de mais algumas definições. O artigo 3º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro define:

Reutilização - a reintrodução, sem alterações significativas, de substâncias, objectos ou produtos nos circuitos de produção ou de consumo de forma a evitar a produção de resíduos;

Reciclagem - o reprocessamento de resíduos com vista à recuperação e ou regeneração das suas matérias constituintes em novos produtos a afectar ao fim original ou a fim distinto;

Recolha - a operação de apanha, selectiva ou indiferenciada, de triagem e ou mistura de resíduos com vista ao seu transporte;

Armazenagem - a deposição temporária e controlada, por prazo determinado, de resíduos antes do seu tratamento, valorização ou eliminação;

Eliminação - a operação que visa dar um destino final adequado aos resíduos nos termos previstos na legislação em vigor, nomeadamente:

- i) Deposição sobre o solo ou no seu interior, por exemplo em aterro sanitário;
- ii) Tratamento no solo, por exemplo biodegradação de efluentes líquidos ou de lamas de depuração nos solos;
- iii) Injecção em profundidade, por exemplo injecção de resíduos por bombagem em poços, cúpulas salinas ou depósitos naturais;
- iv) Lagunagem, por exemplo descarga de resíduos líquidos ou de lamas de depuração em poços, lagos naturais ou artificiais;
- v) Depósitos subterrâneos especialmente concebidos, por exemplo deposição em alinhamentos de células que são seladas e isoladas umas das outras e do ambiente;

- vi) Descarga em massas de águas, com excepção dos mares e dos oceanos;*
- vii) Descarga para os mares e ou oceanos, incluindo inserção nos fundos marinhos;*
- viii) Tratamento biológico não especificado em qualquer outra parte do presente decreto-lei que produz compostos ou misturas finais que são rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de i) a xii);*
- ix) Tratamento físico-químico não especificado em qualquer outra parte do presente decreto-lei que produz compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de i) a xii), por exemplo evaporação, secagem ou calcinação;*
- x) Incineração em terra;*
- xi) Incineração no mar;*
- xii) Armazenagem permanente, por exemplo armazenagem de contentores numa mina;*
- xiii) Mistura anterior à execução de uma das operações enumeradas de i) a xii);*
- xiv) Reembalagem anterior a uma das operações enumeradas de i) a xiii);*
- xv) Armazenagem enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas de i) a xiv), com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efectuada;*

Tratamento - o processo manual, mecânico, físico, químico ou biológico que altere as características de resíduos de forma a reduzir o seu volume ou perigosidade bem como a facilitar a sua movimentação, valorização ou eliminação após as operações de recolha;

Triagem - o acto de separação de resíduos mediante processos manuais ou mecânicos, sem alteração das suas características, com vista à sua valorização ou a outras operações de gestão;

Valorização - a operação de reaproveitamento de resíduos prevista na legislação em vigor, nomeadamente:

- i) Utilização principal como combustível ou outros meios de produção de energia;*
- ii) Recuperação ou regeneração de solventes;*
- iii) Reciclagem ou recuperação de compostos orgânicos que não são utilizados como solventes, incluindo as operações de compostagem e outras transformações biológicas;*
- iv) Reciclagem ou recuperação de metais e de ligas;*
- v) Reciclagem ou recuperação de outras matérias inorgânicas;*
- vi) Regeneração de ácidos ou de bases;*
- vii) Recuperação de produtos utilizados na luta contra a poluição;*
- viii) Recuperação de componentes de catalisadores;*
- ix) Refinação de óleos e outras reutilizações de óleos;*
- x) Tratamento no solo em benefício da agricultura ou para melhorar o ambiente;*
- xi) Utilização de resíduos obtidos em virtude das operações enumeradas de i) a x);*
- xii) Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de i) a xi);*
- xiii) Acumulação de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de i) a xii), com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efectuada.*

Os RCD poderão ser sujeitos a várias operações, começando pela reutilização na mesma obra ou em outras obras. Esta operação já é utilizada com frequência para as rochas e pedras não contaminadas que podem ser utilizadas na própria obra mas em local diferente, noutras obras desde que licenciadas ou sujeitas a comunicação prévia, em recuperações ambientais e paisagísticas de explorações mineiras e de pedreiras, na cobertura de aterros, ou em locais licenciados pela Câmara Municipal.

Outro resíduo que é muitas vezes aproveitado é a biomassa florestal, que é recolhida por operadores de resíduos e que é aproveitada para produzir terra vegetal e bio-combustível fóssil.

A valorização inclui operações que visam o aproveitamento dos resíduos, no qual se inclui a reciclagem, obtendo-se novos materiais que devem ser incorporados em novas actividades de construção civil com vantagens, nomeadamente:

- Melhoria na gestão dos resíduos;
- Redução do abandono destes resíduos;
- Melhoria na separação selectiva dos resíduos;
- Aumento da taxa de reciclagem;
- Diminuição da extracção de inertes em pedreiras e inertes;
- Aumento da utilização de agregados reciclados.

A última etapa da hierarquia dos resíduos é a deposição em aterro, que só é uma solução aceitável se o resíduo não se enquadrar nas operações referidas na legislação em vigor.

2.3.3. Deposição Final em Aterro

A criação do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, condiciona de forma significativa a deposição de RCD em aterro, considerando esta operação a última na hierarquia da gestão dos resíduos. Considera que os resíduos que tenham potencial para serem reciclados e valorizados não devem ser depositados em aterros. Este diploma prevê a hierarquia na gestão dos RCD, devendo os mesmos serem sujeitos primeiramente a reutilização, seguindo-se as operações de reciclagem, valorização, eliminação e, por fim deposição em aterro.

Com esta nova exigência houve a necessidade de rever alguma legislação, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 Maio, que foi revogado pelo Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, o qual revoga igualmente o artigo 53º - Taxa de licenciamento de aterros, do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro.

O Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e os requisitos gerais a observar na concepção, construção, exploração, encerramento e

pós-encerramento de aterros, incluindo as características técnicas específicas para cada classe de aterros. O diploma transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 1999/31/CE, do Conselho, de 26 de Abril, relativa à deposição de resíduos em aterros.

O artigo 5º do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, refere que os resíduos só poderão ser depositados em aterro se possuírem os dois requisitos seguintes:

- Terem sido objecto de tratamento;
- Respeitarem os critérios de admissão definidos no presente diploma e respectiva classe de aterro.

Existem três classes de aterros que recebem resíduos de diferentes características, são eles:

- **Aterros de resíduos inertes** - só admitem resíduos inertes que satisfaçam as condições estabelecidas no n.º 1 da parte B do anexo IV do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto;
- **Aterros de resíduos não perigosos** - só poderão admitir resíduos urbanos, resíduos não perigosos de qualquer origem e que satisfaçam as condições definidas no 2º da parte B do anexo IV do mesmo diploma e resíduos perigosos estáveis, não reactivos, solidificados ou vitrificados, com um comportamento lixiviante equivalente aos resíduos não perigosos;
- **Aterros de resíduos perigosos** - só poderão ser depositados nestes aterros resíduos perigosos que satisfaçam os critérios de admissão estabelecidos no n.º 3 da Parte B do anexo IV do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto.

O artigo 7º reforça a necessidade de hierarquizar a gestão dos resíduos referindo que a deposição dos resíduos em aterro deverá ser em último caso.

No artigo 9º prevê-se a possibilidade de depositar temporariamente em célula específica para posterior reciclagem e valorização desde que seja justificada o uso desta metodologia bem como o destino final do respectivo resíduo.

De acordo com o artigo 6º o operador de resíduos que recebe um determinado resíduo tem de emitir um certificado de recepção e verificar a conformidade dos documentos que acompanham o resíduo, e preenche os restantes documentos, nomeadamente, as Guias de Acompanhamento de Resíduos de Construção e Demolição (GARCD).

Se o resíduo não for admitido, o operador notifica a entidade licenciadora e a Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAOT) no prazo máximo de 24 horas, identificando o produtor ou detentor, as quantidades e a classificação dos resíduos.

O artigo 44º refere que a taxa de gestão de resíduos está prevista no artigo 58º do regime geral da gestão de resíduos (Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro). As tarifas aplicadas (artigo 45º) aos utilizadores pelos serviços de deposição de resíduos em aterros são fixadas tendo em conta os custos recorrentes da instalação e exploração do aterro, incluindo os custos da garantia financeira e

as despesas previsíveis com o encerramento e manutenção e controlo da fase de pós-encerramento do aterro durante um período de 30 anos no mínimo, com excepção dos aterros para inertes, em que o período mínimo é de 5 anos.

2.4. Situação Actual da Gestão de RCD

2.4.1. Situação na Europa

A nível da União Europeia (UE), existem grandes diferenças em termos de gestão de RCD, existindo países onde a reciclagem de RCD se tornou uma prática corrente e noutros onde estas práticas estão no início ou onde são praticamente inexistentes. Nos países onde a reciclagem é praticamente nula também não existem dados de produção, composição e taxas de reciclagem fidedignas.

De acordo com o site da CMMN, existem países como a Holanda, Bélgica e Dinamarca que apresentam uma taxa de reciclagem de 90% para resíduos de betão, cerâmicas, telhas, tijolos e os resíduos de asfalto são totalmente (100%) reciclados.

De acordo com a mesma fonte anteriormente referida, nestes países existiram 3 factores que aceleraram a reciclagem de resíduos:

- Escassez de matérias-primas;
- Dificuldade em encontrar terrenos para aterros;
- Medidas legais e económicas.

De acordo com dados disponibilizados no site da Universidade do Minho, na **Holanda**, por exemplo, tem-se efectuado estudos para implementar novas regulamentações para a utilização de resíduos reciclados. Os resíduos de betão e alvenaria são sujeitos a moagem e são posteriormente classificados como

- Agregados de betão moído;
- Agregados de alvenaria moída;
- Agregado misturado moído (mistura de betão e alvenaria).

Na Holanda desde 1984 que se realizam testes e pesquisas para se proceder à aprovação e controlo da utilização de betão e alvenaria reciclados, como agregados. Estes estudos já permitiram efectuar as seguintes alterações (Universidade do Minho, Julho 2009):

- *O constituinte principal, o agregado de betão, precisa de representar mais de 95% do total do material. Restringe-se a 5% a parcela de materiais secundários, como tijolo de argila, betão leve, betão celular, material cerâmico e argamassa de assentamento e revestimento (com a excepção de gesso ou qualquer material que o contenha). Finalizando, nada mais do que 1% do agregado do betão moído, pode apresentar madeiras, papel, vidro, têxteis, materiais betuminosos, etc.*
- *O constituinte principal, o agregado de alvenaria, precisa representar mais de 65% do total do material. Para os materiais secundários há uma lista abaixo, com os valores limites:*

- *Betão leve – 20%*
- *Betão celular – 10 %*
- *Materiais Cerâmicos – 20%*
- *Argamassa de alvenaria – 25%*
- *Gesso e materiais que contêm gesso são excluídos.*

Existe ainda outras regulamentações que contêm limitações à presença de finos, à quantidade de matéria orgânica e à presença de cloretos e sulfatos.

Na **Bélgica** estima-se que se produza 80 milhões de toneladas de RCD por ano. No ano de 2000 a taxa de reciclagem era aproximadamente de 45% e actualmente está numa taxa de 90%; para se atingir esta taxa existem 90 unidades de reciclagem em pleno funcionamento. A maioria dos agregados reciclados é utilizada na construção de estradas e na produção de betão a partir de agregados reciclados de fracção 4/32 mm, substituindo os inertes naturais (Hendriks, 2000).

Na **Dinamarca** a pequena quantidade de aterros e a falta de inertes naturais originou um grande desenvolvimento da indústria da reciclagem, possuindo actualmente uma taxa de reciclagem de 90%. No ano 2000 possuíam cerca de 10 unidades de reciclagem fixa e 20 unidades móveis a laborarem nas próprias obras de origem permitindo a reutilização do material no local (Hendriks, 2000).

Noutros países como a **Finlândia, Áustria e Reino Unido** a prática da reciclagem tem uma taxa de 40 a 45% dos RCD produzidos no total. As fracções de betão, cerâmica e telhas têm uma taxa de 50 a 76%. A reciclagem dos RCD desenvolveu-se devido à política de gestão de resíduos adoptado pelos países, que se baseava essencialmente na economia /taxa de deposição em aterro) e na legislação criada (separação selectiva, reutilização e reciclagem) (Hendriks, 2000).

De acordo com o site da CMMN na **Suécia, Alemanha e França** a reciclagem diminui para 15 a 20% dos RCD produzidos no total. Esta baixa percentagem de reciclagem de RCD na Alemanha contrasta com o número elevado de britadores existentes no país (1000 com capacidade média para triturar 120 000 ton/ano) bem como com a percentagem de reciclagem do Reino Unido que possui somente 50 a 100 britadores mas que têm uma taxa de reciclagem de 45%.

Outro grupo de países onde a taxa de reciclagem é muito baixa é a Irlanda e a Itália, com respectivamente 6 a 9% do total dos RCD produzidos; no entanto apresentam uma tendência para aumentar a sua taxa, tendo em conta a legislação comunitária e a necessidade de diminuir a produção de resíduos e aumentar a sua reutilização de agregados reciclados (CMMN, Julho 2009).

Em **Portugal, Grécia e Espanha**, a taxa de reciclagem de RCD é praticamente nula, pois o processo encontra-se no início, mas em franco desenvolvimento, existindo já operadores de resíduos que reciclam RCD para reutilização em diversos fins e cumprindo as normas exigidas pela regulamentação em vigor (CMMN, Julho 2009).

Estima-se que em Portugal a taxa de reciclagem seja aproximadamente de 5% (Malheiro, 2008).

2.4.2. Situação Nacional

Actualmente as empresas de construção civil, de maiores dimensões, já se encontram bastante sensibilizadas para a gestão dos resíduos, aplicando já com alguma normalidade algumas das boas práticas ambientais. No Anexo I encontra-se uma lista de boas práticas para a prevenção de resíduos na construção civil, efectuada com base na minha experiência profissional.

Existem boas práticas ambientais difíceis de serem aplicadas em obra, nomeadamente a reutilização de resíduos e a utilização de reciclados. A indústria de reciclagem em Portugal ainda se encontra numa fase embrionária e não permite que os empreiteiros recorrer a esses produtos, devido à pouca informação, pouca disponibilidade de materiais, além de muitos materiais ainda não estarem de acordo com as existências do LNEC ou necessitarem de mais ensaios para provar a sua adequação em obra.

Em Portugal existem 412 operadores de resíduos licenciados pelo Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (MAOTDR) e pela Direcção Geral da Saúde (DGS), que recebem RCD (código 17 do LER). Só nos distritos de Lisboa e Setúbal existem 67 e 29, respectivamente. Estes operadores licenciados podem ser consultados na lista do Sistema de Informação do Licenciamento de Operações de Gestão de Resíduos (SILOGR), no site da APA (www.apambiente.pt).

De acordo com informações do site da empresa Ambigroup, uma das empresas que recebe RCD é a **Demotri S.A.**, que pertence ao grupo AMBIGROUP ao qual também pertence a Ambitrena e a Forestech. A Demotri está equipada para efectuar a triagem, trituração, preparação e reciclagem de materiais inertes em qualquer tipo de empreitadas de construção civil, mesmo quando não estão associadas a empreitadas de demolição. A Demotri faz a triagem e a recolha dos resíduos em obra sendo posteriormente encaminhados para valorização, para as unidades de reciclagem do grupo Ambigroup o que permite obter taxas de valorização dos resíduos na ordem dos 95%. Os RCD admitidos na Demotri são submetidos a uma britagem primária dos inertes permitindo a produção e um agregado de granulometria extensa, sendo que com operações exteriores permite produzir material britado com qualidade para ser aplicado em bases, sub-bases, re-incorporação na produção de betão ou outros fins em cumprimento com as mais recentes Normas editadas pelo LNEC.

Outra empresa que recebe RCD é a **Renascimento - Gestão e Reciclagem de Resíduos, Lda**, que está licenciada para armazenamento, triagem, valorização e reciclagem destes resíduos, dando, assim, resposta à grande quantidade de resíduos produzidos no sector da construção civil e também respondendo ao aumento das exigências traduzidas pelo Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de Março.

De acordo com informações do site da empresa Renascimento as metodologias de gestão de resíduos adoptadas pela Renascimento permitem obter grandes taxas de valorização dos resíduos (entre 90 e 98%). Quando os RCD são recebidos na unidade são sujeitos primeiramente a uma operação de qualidade e tendo em conta as suas diferentes características são sujeitos a valorização, reciclagem ou tratamento. Os clientes da Renascimento podem também aceder à britadeira que permite a reciclagem do material de modo a ser reutilizado como enchimento, bases e sub-bases. Os materiais sobrantes deste processo podem ser transportados para a mesma obra ou para outras obras, bem como para unidades da Renascimento de forma a reprocessá-los e permitir a sua reutilização como tout-venant ou britas de acordo com as Normas LNEC.

De acordo com informações no site da **Trinovo Reciclagem**, a empresa está especializada na Gestão de Resíduos de Construção e Demolição e foi a primeira empresa habilitada pelo Ministério do Ambiente para exercer, na Região de Lisboa, a actividade de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição.

A partir dos RCD recolhidos são produzidos granulados reciclados que podem ser reutilizados noutros trabalhos, nomeadamente na construção de aterros, na regularização de caminhos rurais ou no enchimento de valas (Trinovo, Julho 2009).

Foi também a primeira empresa portuguesa a concluir o processo de Marcação CE, garantindo desta forma aos seus clientes que os agregados reciclados que produz cumprem as especificações técnicas e de segurança, para os fins a que se destinam, nomeadamente os itens da norma NP EN 13242:2004 (agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária) (Trinovo, Julho 2009).

Depois de ter sido publicado o diploma que regula gestão do RCD, os operadores de resíduos iniciaram a actividade de reciclagem dos resíduos inerte, no entanto, o escoamento destes agregados reciclados consiste um problema novo, pois estes têm de cumprir as exigências das Normas técnicas nacionais de comunitárias ou as especificações técnicas definidas pelo LNEC.

A Marcação CE dos agregados reciclados é essencial para escoar estes materiais de modo a que o panorama nacional em relação à utilização dos agregados reciclados se aproxime dos registos europeus, nomeadamente da Holanda e da Dinamarca onde a taxa de reciclagem atinge valores de 90% (Universidade do Minho, Julho 2009).

Outra empresa especializada na gestão de RCD, é a **ECOLABOR**, sediada em Sintra, possui nas suas instalações um sistema de triagem e de reciclagem de RCD, produzindo agregados reciclados que podem ser usados na construção de aterros, regularização de caminhos ou no enchimento de valas, de acordo com as informações obtidas no site da empresa Ecolabor.

2.4.3. Projectos Pioneiros em Portugal

Ao nível Europeu foi desenvolvido por 5 países (Alemanha, Dinamarca, Espanha, França e Portugal) o **Projecto WAMBUCO** (European Waste Manual for Building Construction), financiado pelo Programa CRAFT do 5º Programa Quadro da Comissão Europeia, em parceria com várias empresas pequenas e médias do sector da construção civil. O projecto teve início no ano de 2002 e terminou em 2004. Este projecto abordava a gestão de RCD na construção civil de forma a identificar o tipo de resíduos produzidos e a sua quantidade tendo em conta o tipo de materiais utilizados e os métodos construtivos usados. Procurou ainda identificar os indicadores de referência para cada resíduo e as boas práticas de construção. Com os resultados foi elaborado um Manual de Construção e Demolição que pretende dar orientações para a implementação de procedimentos de trabalho para a gestão de RCD, bem como apresentar boas práticas ambientais e tecnologias limpas, permitindo que a indústria da construção civil tenha um menor impacte sobre o ambiente (Lipsmeier, 2005).

No âmbito deste projecto, Portugal desenvolveu o seu estudo nos resíduos cerâmicos (Lipsmeier, 2005).

De acordo com o site da CMMN, a Câmara Municipal de Montemor-o-Novo (CMMN) desenvolveu, em conjunto com a ex-Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Regional do Alentejo (CCDR) (agora ARH – Administração Regional Hidrográfica), o ex-Instituto dos Resíduos (INR), o Instituto Superior Técnico (IST) e o RTS Prefabricados de betão, Lda., um projecto de nome **REAGIR** (Reciclagem de Entulhos no Âmbito da Gestão Integrada de Resíduos) financiado pelo programa LIFE-AMBIENTE (LIFE 03 ENV/P/000506) em cerca de 40% e que teve a duração de 3,5 anos, tendo-se iniciado em Dezembro de 2003 e terminado em Julho 2007, e abrangeu todo o concelho de Montemor-o-Novo.

Este projecto desenvolveu-se devido aos seguintes factores (CMMN, Julho 2009):

- Inexistência de soluções de gestão e destino final para os RCD;
- Ausência de legislação específica;
- Existência de depósitos ilegais destes resíduos por todo o país;
- Esgotamento dos aterros;
- Aumento dos custos com a limpeza dos vários depósitos ilegais.

A CMMN decidiu apostar neste projecto afim de encontrar soluções para este problema, pois este estava essencialmente relacionado com (CMMN, Julho 2009):

- Ausência de operadores e instalações de gestão de RCD, devidamente licenciados, quer a nível regional, quer local;
- Custos muito elevados de gestão e dificuldades em encontrar quem assegurasse esses serviços;
- Ausência de normas legais que exigissem ou controlassem o destino final dos RCD; e

- Desconhecimento de soluções e obrigações legais de gestão por parte dos produtores/detentores.

Este projecto consistiu na recolha selectiva dos RCD pelo sistema municipal, sendo transportados posteriormente para uma unidade piloto de reciclagem de RCD, onde eram transformados em agregados reciclados de diferentes granulometrias. Na chegada à unidade piloto, os RCD seguiam um percurso definido, designadamente (CMMN, Julho 2009):

- Pesagem e registo;
- Descarga e a triagem manual;
- Trituração e separação magnética e manual;
- Crivagem;
- Armazenamento dos agregados reciclados.

De acordo com a mesma fonte, desde o início do funcionamento da unidade piloto, em Abril de 2006, e até Julho 2007, foram monitorizadas as horas, o gasóleo e as manutenções dos equipamentos, ensaios de ruído e de produção de poeiras, bem como ensaios à eficiência da britagem, determinação dos contaminantes nos resíduos e ensaios laboratoriais dos agregados. Os agregados reciclados foram divididos pelas diferentes granulometrias (0-4 mm, 4-8 mm, 8-12 mm, 12-22 mm e 22-31 mm).

Durante os 15 meses de funcionamento da unidade piloto 60% das obras licenciadas aderiram a este projecto. No total obtiveram 98 pedidos para recolha de RCD, sendo o serviço preferido a recolha dos RCD em obra (71%); verificou-se também durante a recolha dos RCD em obra que a separação selectiva era bem efectuada. Com esta iniciativa conseguiram reduzir 10 depósitos ilegais no concelho (CMMN, Julho 2009).

No total foram recolhidos 3.813 toneladas de RCD, sendo a maior percentagem referente a cerâmicas e telhas (37%), betão (31%), mistura de RCD (28%) e a tijolos e alvenarias (4%). Os resíduos recolhidos eram provenientes de obras (60%), de fábricas (39%) e de depósitos ilegais (1%) (CMMN, Julho 2009).

Foram recicladas 3.000 toneladas e utilizadas 2.230 toneladas (77%) em vários caminhos municipais de terra batida num total de 18 Km (CMMN, Julho 2009).

Em relação às qualidades das várias granulometrias dos resíduos reciclados tendo em conta as normas LNEC, verificou-se que os agregados de diâmetro 8-12 mm para a produção de betão (IST) somente não cumprem a especificação relacionada com a absorção de água, pois é 1% a 2% superior ao exigido. Quando se procedeu à comparação do betão com agregado reciclado em vez de Brita n.º 1 em 20% concluiu-se que as características eram semelhantes. O betão com 50% apresentou um desempenho inferior (CMMN, Julho 2009).

As principais conclusões do estudo foram as seguintes (CMMN, Julho 2009):

- A boa adesão dos construtores civis;
- Redução de depósitos ilegais;
- Soluções de recolha adequada e versáteis;
- Custos de instalação elevados;
- Custos de operação passíveis de compensação com taxas razoáveis;
- Os agregados reciclados respeitam especificações LNEC no que respeita à presença de contaminantes;
- Os agregados reciclados terão de ser sujeitos a novos ensaios para confirmação de alguns resultados.

De acordo com o site da CCDR do Alentejo o projecto **CONVERTER** foi, desenvolvido pelo Município de Beja em conjunto com a RESIALENTEJO e a empresa privada URBERECICLAR, no ano de 2006. O SIGRCD (Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição) desenvolveu-se devido ao facto de não existirem quaisquer soluções para a gestão de RCD na região.

De acordo com a mesma fonte o projecto iniciou-se com a estimativa da produção dos resíduos, bem como a evolução quantitativa e qualitativa. Posteriormente definiram-se os objectivos do projecto:

- Promover a correcta gestão dos RCD;
- Sensibilizar os vários intervenientes no ciclo de vida dos resíduos;
- Promover o desenvolvimento do SIGRCD para permitir melhores condições económicas e sociais da região.

Posteriormente identificaram-se algumas acções a desenvolver para realizar o projecto. Estas dizem respeito aos seguintes aspectos:

- Existência de dois sistemas de gestão distintos, um para obras com baixa produção de RCD e outro para obras com média e alta produção de RCD;
- Dimensionamento do SIGRCD;
- Implementação das medidas de prevenção e de produção de RCD;
- Sensibilização, informação e educação ambiental;
- Recuperação do passivo ambiental;
- Marca “Construtor Amigo do Ambiente”; e
- Desenvolvimento da experiências-piloto.

O centro de triagem e valorização de RCD foi construído com 5 zonas distintas: portaria, zona de armazenamento de resíduos, zona de triagem, zona da unidade de valorização e zona de armazenamento de agregados.

De acordo com o site da Lipor – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto o projecto **RETRIA** foi desenvolvido pela LIPOR, pelo Município de Valongo e outras empresas. Este projecto foi desenvolvido pelas mesmas razões que os outros projectos anteriormente referidos. Neste caso a unidade de triagem e valorização de RCD foi localizado em Vale da Cobra, na freguesia

de Sobrado, no concelho de Valongo. Neste projecto a unidade instalada pelo projecto RETRIA tem capacidade para receber 300.000 t/ano de RCD, proporcionando uma solução para estes resíduos e possibilitando a utilização dos agregados reciclados para a Área Metropolitana do Porto.

O projecto efectuou a recolha de RCD em obra, disponibilizando aos seus clientes big-bag de 1 m³, contentores de 6 m³ e semi-reboques de 20 m³. Na unidade de triagem e valorização de RCD efectuou-se a recepção de RCD nas suas instalações, a triagem dos RCD e a sua transformação em agregados de diferentes granulometrias (<40 mm, 40-150 mm e <150 mm).

De acordo com a mesma fonte, referida anteriormente, na zona da triagem foram separados os resíduos de papel/cartão, madeiras, plásticos, metais e inertes. Os resíduos inertes foram separados por características tendo originado três amostras (A1, A2 e A3), com as seguintes características:

A1 – composta por material cerâmico reciclado, amostra heterogénea com materiais finos até diâmetro de 2,5 cm;

A2 – composta por betão reciclado, amostra homogénea com granulometria de 3 cm;

A3 – mistura de A1 e A2 numa proporção de aproximadamente 1:1, amostra heterogénea.

Comparando os resultados com o caderno de encargos das Estradas de Portugal (E.P.), verificou-se que as três amostras estão adequadas a corpo de aterro e à parte superior do aterro. A classe A2 constituída por betão está também apropriada a leito do pavimento, sub-base, base e para betão.

2.5. Metodologias para a Quantificação dos RCD

Na pesquisa bibliográfica, efectuada durante a realização desta dissertação, não se encontraram artigos ou documentos relativos a metodologias ou métodos para estimar a quantidade de RCD produzidos numa determinada obra.

No entanto, foram encontrados dois projectos, já referidos no capítulo anterior, anteriormente, designadamente o REAGIR e o WAMBUCO, que fornecem algumas indicações. Estes projectos são totalmente diferentes, pois o primeiro dedica-se à recolha de RCD produzidos em todas as obras do Concelho de Montemor-o-Novo enquanto o Wambuco estudou várias obras a decorrerem em diferentes países, tendo cada país se dedicado a um tipo de resíduo específico (Portugal – resíduos cerâmicos, Espanha – Entulho, Alemanha – Madeiras, Dinamarca – Telhas, Tintas brancas de chumbo e Tijolos usados, França – Águas de Construção).

No projecto REAGIR, a CMMN estima a quantidade de RCD com o conhecimento do número e do tipo de obras existente, bem como com as informações prestadas pelos donos de obras. Estes, aquando da solicitação da recolha dos RCD por parte da CMMN, têm de preencher um registo onde são necessários alguns dados (*e.g.* tipo e quantidade do resíduo, grau de separação, tipo de armazenagem), que vão servir para a entidade competente gerir o seu centro de britagem e possuir uma margem de manobra para as futuras recolhas.

No projecto WAMBUCO foram analisadas 14 obras de edifícios durante a construção, tendo sido estabelecidos índices de resíduos específicos dos vários elementos e tarefas de construção. Para comparação dos dados obtidos tiveram de determinar valores de referência, então para edifícios a área padrão é de 1 m² da área bruta do pavimento (incluindo a cave) (Lipsmeier, 2005).

2.6. Indicadores de Produção de RCD

Relativamente à definição de Indicadores de Produção de RCD, refere-se que a mesma ainda é incipiente a nível nacional e até a nível europeu.

Em Portugal este tipo de estudos está praticamente no início e deve-se à recente regulamentação que obriga os Donos de Obra a fazer uma estimativa dos resíduos que serão produzidos durante a construção da obra, esta obrigação está claramente definida nos artigos 10º e 11º do Decreto-lei n.º 46/2008, de 12 de Março.

Para que seja efectuada uma estimativa fiável dos RCD a produzir num determinado empreendimento será necessário analisar vários documentos, nomeadamente o projecto de execução, o mapa de quantidades e possuir dados sobre os métodos construtivos que serão usados, bem como os materiais seleccionados.

Poder-se-á também efectuar uma divisão da obra em várias fases, dependendo do empreendimento a construir, para uma melhor interpretação e clareza dos dados que se vão obtendo. Por exemplo para a construção de uma ponte poderá ser efectuada uma divisão em 4 fases – construção e desmobilização dos estaleiros, estruturas enterradas, super-estrutura e acabamentos.

3. Caracterização do Caso Estudo

3.1. Descrição da Obra

A REFER, E.P.E. Rede Ferroviária Nacional é responsável pela gestão, construção, instalação e renovação da infra-estrutura integrante da Rede Ferroviária Nacional. Sendo tutelada pelo Ministério das Finanças e das Obras Públicas, é a entidade competente para a autorização de projectos ferroviários (Ferbritas, Maio 2003).

O presente Caso Estudo incide sobre a obra da Linha do Sul - Variante de Alcácer - Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso, sendo o proponente a REFER, E.P.E. Rede Ferroviária Nacional.

A opção por este caso estudo deve-se ao facto de, até ao momento (e que se tenha conhecimento), ainda não se ter efectuado qualquer trabalho sobre a quantidade de resíduos produzidos em obras com estas características e dimensões.

Inicialmente cabe esclarecer que esta obra está dividida em três empreitadas distintas, adjudicadas a empreiteiros diferentes, designadamente:

- Variante da Estação do Pinheiro e o Km 94 - 1ª Fase – Consórcio empreiteiro – OPGWAY/TGA;
- Variante de Alcácer - Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso - 2ª Fase, 1ª empreitada – Empreiteiro – Teixeira Duarte; e
- Variante de Alcácer (2ª fase): Via-férrea, Instalações fixas e Tracção Eléctrica – Consórcio Somafel/Ferrovias/Fergrupos.

A 1ª fase da obra decorreu entre o dia 12/02/2007 (data de adjudicação da Obra) até ao dia 15/10/2008 (dia da recepção provisória), tendo sido constituída por trabalhos de terraplenagem, drenagens, estruturas de protecção, construção de passagens hidráulicas, passagens inferiores e superiores ao caminho-de-ferro e respectivos restabelecimentos de acesso, caminho paralelo à via férrea, viadutos sobre a Ribeira de São Martinho com 852 m, Ribeira de Água Cova com 271 m e viaduto sobre a EN 120 com 52 m, maciços de catenária, infra-estruturas de subsolo dos sistemas de sinalização e telecomunicações e vedação do espaço canal em toda a sua extensão.

A 1ª empreitada da 2ª fase da obra ainda decorre, tendo-se iniciado no dia 12/11/2007 (data de adjudicação da obra) encontrando-se prevista a sua conclusão para o dia 30/04/2010. Esta fase da obra caracteriza-se pela construção de uma ponte e viadutos de acesso, garantido o atravessamento sobre o Rio Sado numa extensão aproximada de 2.735 m. A ponte é do tipo *bowstring*, em estrutura mista aço-betão, sendo a superestrutura (arcos e tabuleiro) integralmente metálica e a plataforma em

laje de betão armado. Tem 3 vãos de 160 m e uma extensão de 480 m. Os viadutos de acesso, Norte e Sul, em estrutura mista aço-betão, são constituídos por duas vigas metálicas de alma cheia sobre as quais assenta a laje de betão armado. A extensão dos viadutos é de 1.115 m e 1.140 m para o viaduto Norte e Sul, respectivamente (Ferbritas, Novembro 2006).

A 2ª empreitada da 2ª fase da obra iniciou-se a 06 de Outubro de 2009, e consistirá na execução da via-férrea (balastro, travessas e via) e instalações fixas de tracção eléctrica.

O caso estudo irá debruçar-se sobre a **1ª empreitada da 2ª Fase** da obra que tem um fim previsto para dia 30/04/2010. Assim, os resultados apresentados são valores fornecidos pela EE até ao final de Maio de 2009. Estes resultados contemplam toda a obra desde o início com a desmatção e decapagem, a geotecnia (trabalhos de furação, escavação das estacas) e aos pilares (construção de maciços de encabeçamento e os pilares).

Os resíduos produzidos nos trabalhos de estrutura metálica não serão contabilizados nesta dissertação, pois estes trabalhos irão continuar até final da obra. Os resultados obtidos até ao momento não são fidedignos, pois a gestão é efectuada pelos subempreiteiros que informam o empreiteiro geral dos volumes produzidos.

A 1ª empreitada da 2ª fase da obra desenvolve-se totalmente em zona caracterizada por Reserva Agrícola Nacional (RAN) de acordo com o Plano Director Municipal (PDM) de Alcácer do Sal e também em áreas classificadas como a área Protegida da Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES), no Sítio de Importância Comunitária PTCON 0011 “Estuário do Sado e no Sítio de Importância Comunitária PTCON 0014 “Comporta/Galé”. (PDM de Alcácer do Sal, 2009)

O atravessamento é efectuado sobre montado a Norte e pinhal a Sul, áreas de arrozal, do lado Norte é área de arrozal e salinas alteradas do lado Sul. Existe também uma pequena zona de sapal e intermareal na zona do rio, sendo estas utilizadas como local de alimentação de aves aquáticas, essencialmente no período de inverno e nas passagens migratória, e também como local de nidificação (Ferbritas, Maio 2003).

A 2ª fase da obra compreende a execução de uma ponte sobre o Rio Sado e os seus dois viadutos de acesso. A ponte e os seus viadutos de acesso terão uma extensão de 2.735 m. A ponte tem 480 metros, o viaduto norte tem 1.114,75 metros e o viaduto sul tem 1.140 metros (Ferbritas, Novembro 2006).

A **ponte** será constituída por 4 pilares com três vãos de 160 metros cada e composta por um tabuleiro misto de aço-betão, com um arco plano vertical com um único plano de pendurais, por tramo (Ferbritas, Novembro 2006).

O tabuleiro misto é constituído por um caixão metálico trapezoidal, com dois banzos em chapa metálica, suportando uma laje de betão. Os arcos são centrados sobre a estrutura e suspendem o tabuleiro por intermédio de 18 pendurais espaçados de 8 metros (Ferbritas, Novembro 2006).

Os fustes dos pilares são tubulares, em betão armado, com envolvente hexagonal, embasamento elíptico (8x11 metros), com altura variável entre os 2,20 a 4 metros. A altura dos fustes acima do maciço de encabeçamento de estacas e da ordem de 21 metros, sendo também variável nos 4 pilares da ponte (Ferbritas, Novembro 2006).

As fundações são constituídas por maciços de estacas moldadas com 2 metros de diâmetro (nove no caso dos pilares P1 e P4 e doze nos pilares P2 e P3), executadas com tubo molde perdido a partir de ensecadeiras (Ferbritas, Novembro 2006).

A solução para os viadutos de acesso é caracterizada por um tabuleiro misto aço-betão, com viga dupla metálica (duas vigas metálicas de alma cheia) e laje de betão armado, executada sobre as duas vigas. Os tabuleiros são constituídos com vãos de 37,5 metros e 45 metros ((Ferbritas, Novembro 2006).

O viaduto Norte tem directriz recta, com um total de 4 tabuleiros independentes e 26 tramos, apoiados em 26 pilares e no encontro Norte. O viaduto Sul tem como directriz uma sequência de alinhamentos recto, curva circular e alinhamento recto e é composto por um total de 4 tabuleiros independentes, tendo 27 tramos apoiados em 27 pilares e no encontro Sul (Ferbritas, Novembro 2006).

Os tabuleiros a partir dos encontros iniciam-se com largura de 13 metros, fazendo-se o alargamento para 15,7 metros e seguindo com largura constante até à entrada da ponte (Ferbritas, Novembro 2006).

As fundações dos viadutos são indirectas, com recurso a maciços de 4, 5 ou 6 estacas com 1,50 metros de diâmetro, conforme os casos. Os maciços de encabeçamento têm planta rectangular e altura constante (em termos de dimensão existem dois tipos de maciços: 7,50x10,50x2,50 e 7,50x12x2,50).

O encontro do lado sul é do tipo perdido, constituído por uma viga de estribos onde apoia a carlinga do tabuleiro que por sua vez, assenta em dois gigantes centrais e nos muros avenida. A altura do encontro acima da base do maciço de fundação é de 8,90 m. Os muros avenida têm uma extensão de 10 m, possuindo um contraforte na extremidade aposta ao tabuleiro (Ferbritas, Novembro 2003).

As fundações dos encontros são indirectas, realizadas através de 10 estacas de 1,20 m de diâmetro (Ferbritas, Novembro 2006).

O encontro norte é um encontro em cofre, incorporando uma passagem inferior sobre a via férrea da linha do Sul, atravessando-a obliquamente. A altura do encontro acima da base do maciço de fundação é de 11,20 m. Tal como no encontro Sul, a fundação é indirecta, realizada com recurso a 8 estacas de 1,20 m de diâmetro. O maciço de encabeçamento tem 1,50 m de espessura. A estrutura do pórtico corresponde à passagem superior, é caracterizada por montantes paralelos à via-ferrea inferior, com espessura de 0,60 m. A laje superior sobre a via apresenta uma espessura de 0,80 m sendo pré-esforçada longitudinalmente (Ferbritas, Novembro 2006).

Para a execução da empreitada existem cinco estaleiros e um caminho paralelo ao longo dos viadutos.

3.2. Descrição dos Métodos Construtivos Mais Relevantes


No Quadro 3-1 apresenta-se resumidamente os trabalhos que foram realizados, bem como os diferentes tipos de resíduos produzidos em cada actividade construtiva ou de apoio à obra.

Quadro 3.1: Actividades construtivas mais relevantes e os resíduos produzidos

Actividade construtiva	Resumo da actividade	Resíduos produzidos
Desmatção e Decapagem 	<p>Consiste no corte de toda a vegetação existente na zona afectada pela obra (zona expropriada definitivamente e temporariamente), nomeadamente dos pinheiros e sobreiros. Os resíduos resultantes destes trabalhos foram a vegetação e possíveis solos contaminados devido a eventuais derrames que ocorreram durante a movimentação e manutenção dos diferentes equipamentos em obra.</p>	<p>Vegetação rasteira e Árvore de grande e médio porte¹ Recipientes vazios com combustível para equipamentos de desmatção Eventuais solos contaminados</p>
Construção da Plataforma de trabalho 	<p>O local afectado pela obra é constituído por areias soltas nas zonas de montado e pinhal e por lodos nas zonas dos arrozais. Devido aos trabalhos que serão necessários executar, foi essencial criar uma plataforma afim desta suportar todo o peso do transporte de materiais. A plataforma foi construída primeiramente com geotêxtil, seguindo-se a colocação de geogrelhas, para suportar os pesos foram colocados solos e pedras de diferentes dimensões, bem como <i>tout-venant</i>.</p> <p>Durante a construção da plataforma de trabalhos houve a necessidade de transpor as linhas de água para poder aceder a outros locais da obra, assim, o empreiteiro teve de colocar tubos de PVC e manilhas de betão pré-fabricadas para garantir a passagem de</p>	<p>Geotêxtil, Geogrelhas, Betão, Restos de manilhas de betão, Plásticos, Madeiras, Pontas de ferro, Solos não contaminados, e Solos contaminados</p>

¹ As árvores em questão não foram consideradas resíduos, mas sim materiais, pois foram para valorização na empresa Forestch para produzir bio combustível (bio energia térmica ou mecânica).


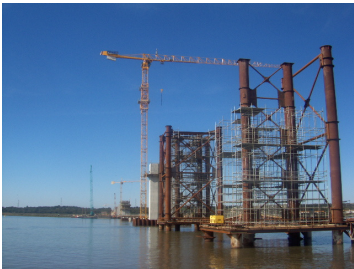
Actividade construtiva	Resumo da actividade	Resíduos produzidos
	água. Em relação às valas de rega de betão estas não poderiam ser manilhadas devido à diminuição da secção da vala de rega, por isso foi efectuado um passadiço de ferro e madeira.	
Colocação de vedação da Obra	A vedação da obra foi colocada no âmbito das preocupações ambientais e de segurança e é constituída por poste de madeira, rede de vedação metálica e rede malha sol verde. Uma das exigências da DIA e do Caderno de Encargos foi a colocação de vedação de modo a não incomodar as populações vizinhas e a nidificação e alimentação da fauna existente. Em termos de segurança impede a entrada de pessoas estranhas à obra e de gado bravo (touro e vacas).	Restos de arame, Rede malha sol e Cartão
Construção dos Estaleiros   	<p>A obra em questão possui 5 estaleiros (3 de frentes de obra, 1 estaleiro social e 1 estaleiro central onde se encontram os escritórios).</p> <p>O estaleiro social (estaleiro V) e central (estaleiro IV) possuem instalações eléctricas, instalações sanitárias, condutas de águas residuais para a ETAR.</p> <p>O estaleiro V é abastecido por um furo existente no Monte de Palma e que é controlado pela CMAS.</p> <p>O estaleiro IV é abastecido por um furo existente no estaleiro e controlado pelo empreiteiro de acordo com o Decreto-Lei n.º306/2007 de 27 de Agosto. Estes estaleiros têm também dormitório e cantinas para os trabalhadores bem como um ecoponto. O estaleiro IV possui uma central de betão montada pela Cimpor e produz o betão usado na obra do lado Sul.</p> <p>Os estaleiros I (lado norte) e IV (lado sul) possuem contentores de grande volume para armazenarem os resíduos produzidos nas frentes de obra. Têm também uma zona de armazenagem coberta e impermeável para materiais e resíduos perigosos e ligado a um separador de hidrocarbonetos.</p> <p>Os estaleiros de frente de obra (II e III) têm contentores mais pequenos onde os resíduos são colocados temporariamente até serem levados para os estaleiros I e IV, possuem também zonas cobertas com bacias de retenção para o armazenamento temporário de pequenas quantidades de resíduos perigosos.</p>	RSU Madeiras Ferro Betão
Construção do passadiço metálico sobre o rio	Este passadiço foi efectuado essencialmente para permitir o acesso aos pilares 2 e 3 do rio a fim de se	Ferro, Betão,

Actividade construtiva	Resumo da actividade	Resíduos produzidos
	<p>poder executar todos os trabalhos associados à construção das estacas, maciços de encabeçamento e pilares.</p>	<p>Restos de soldaduras, Madeiras, e Cabos eléctricos</p>
<p>Sondagens geotécnicas</p> 	<p>Consiste em avaliar as características dos materiais existentes em profundidade, quer relativamente à sua capacidade resistente quer relativamente às características geotécnicas dos materiais.</p>	<p>Plásticos, e Solos não contaminados</p>
<p>Delimitação da zona dos dragados</p> 	<p>Este trabalho foi efectuado para poder colocar os dragados a secarem para depois se poder decidir o seu destino final. Colocou-se geotêxtil sobre a vegetação rasteira existente com uma delimitação igual á restante obra.</p>	<p>Restos de arames, Rede malha sol, Cartão e Geotêxtil</p>
<p>Dragagens</p> 	<p>Consiste em retirar os sedimentos do rio, afim de tornar o rio navegável com os diferentes barcos necessários aos trabalhos do rio.</p>	<p>Dragados que serão depositados numa zona de depósito temporário até ser escolhido o destino final (imersão no local de origem ou aterro)</p>
<p>Furação e betonagem das estacas dos viadutos e da ponte</p>	<p>Consiste em cravar uns tubos moldadores perdidos até encontrar solo consolidado (com capacidade de carga suficiente). Posteriormente retiram-se os solos que vão ficar dentro desse tubo, ocupando o espaço com uma armadura de ferro e aço e com betão.</p>	<p>Betão, Pontas de ferro e aço, Solos não contaminados, Solos contaminados e</p>

Actividade construtiva	Resumo da actividade	Resíduos produzidos
		Desperdícios contaminados
Saneamento de estacas dos viadutos e da ponte 	Consiste em demolir o topo superior da estaca que se encontra em excesso	Betão Ferro/aço Solos contaminados Desperdícios contaminados
Armadura, Cofragem Betonagem dos maciços de encabeçamento dos viadutos 	Consiste em efectuar uma armação em ferro e aço revestido com madeira para depois poder ser betonado.	Madeiras, Ferro e aço, Betão, Solos contaminados e Desperdícios contaminados.
Armadura, Cofragem, Betonagem dos maciços de encabeçamento da ponte 	Depois de serem efectuadas as betonagens das estacas, crava-se no solo as estacas prancha, para posteriormente se poder bombear a água da zona de trabalho. Em seguida efectua-se o rolhão (é efectuado com betão submerso) e providencia-se o saneamento das estacas. Posteriormente efectua-se uma armação em ferro e aço para ser betonado. Neste caso, as cofragens são as estacas prancha.	Ferro e aço, Betão, Solos contaminados e Desperdícios contaminados.
Pintura dos maciços de encabeçamento	Consistem em pintar o maciço depois de descofrado para o impermeabilizar.	Solos contaminados, Desperdícios contaminados e Absorventes contaminados, Recipientes vazios das

Actividade construtiva	Resumo da actividade	Resíduos produzidos
		tintas/ impermeabilizantes utilizados.
Armadura, Cofragem e Betonagem dos pilares 	Consiste em efectuar uma armação em ferro e aço revestido com madeira para depois poder ser betonado.	Madeiras, Ferro e aço, Betão, Solos contaminados e Desperdícios contaminados
Execução dos cais lado Norte e Sul 	Consiste na execução de uma plataforma de trabalhos suficientemente segura, com estacas até encontrar um solo estável, junto à margem do Rio. Com uma estrutura em aço e ferro com blocos de betão pré-fabricados (lado Sul) e madeira (lado Norte).	Restos de ferro, Resíduos de soldadura, Madeiras e Betão
Colocação do Cimbra ao solo nos viadutos 	Consiste na colocação de uma armadura de tubos de aço que tem como função suportar o peso dos trabalhos que se vão executar (armadura, cofragem e betonagem dos tabuleiros dos viadutos).	Não há resíduos.
Construção do pavilhão oficial 	A construção deste pavilhão teve como objectivo efectuar acabamentos nas vigas trapezoidais que vão constituir a parte metálica da ponte.	Argamassa, Restos tijolos de betão Betão, Ferro e chapa Resto de Cabos eléctricos Cartões Plásticos Restos de Soldaduras
Utilização de lamas bentoníticas no P2	Para a betonagem das estacas do pilar 2 do rio, houve a necessidade de utilizar lamas bentoníticas ² , devido à profundidade (50 a 60 metros) a que a estaca foi	Sacos de cartão, Plásticos; Madeiras,

² São lamas artificiais usadas para a betonagem de estacas a grandes profundidades e em solos pouco estáveis.

Actividade construtiva	Resumo da actividade	Resíduos produzidos
	<p>betonada, pois o solo é consistente a essa profundidade. Estas lamas, por serem mais densas que a água, ocupam o espaço dos lodos quando estes são retirados durante a furação, impedindo que o espaço seja novamente ocupado por outros lodos que escorregam para dentro do tubo moldador. Quando se inicia a betonagem as lamas sobem e dão o seu lugar ao betão que é mais denso. As lamas são reutilizadas enquanto decorre o trabalho. Quando este termina as lamas são tratadas como um resíduo não perigoso.</p>	<p>Lamas bentoníticas, Areias Betão</p>
<p>Construção dos Pilares Provisórios (PPR)</p> 	<p>A construção dos pilares provisórios serve essencialmente para que as vigas metálicas trapezoidais da ponte possam apoiar a meio do vão de 160 metros, de modo a que o trabalho seja efectuada com maior segurança. A construção destes pilares é idêntica à construção das estacas para os pilares da ponte, quando submersos, no exterior da água os tubos moldadores são soldados entre si até à altura pretendida e são posteriormente betonados.</p>	<p>Ferro e aço, Betão Madeiras, Restos de soldadura Restos de eléctrodos Papel/cartão</p>

3.3. Tipo e Quantidades de RCD previstas

No início do projecto e no decorrer do Estudo de Impacte Ambiental (EIA), datado de Maio de 2003, foi efectuado um levantamento não exaustivo dos possíveis resíduos que durante a construção da obra poderiam ser produzidos, no entanto, as quantidades não foram estimadas.

O Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE) não apresenta qualquer estudo adicional ao EIA, referente ao tipo e à quantidade de resíduos produzidos durante a construção da nova via-férrea.

Durante o lançamento do concurso para a adjudicação da obra, a REFER não apresentou qualquer quantitativo referente aos resíduos a serem produzidos, pois o Decreto-Lei n.º 59/99 de 2 de Março de 1999, não permite a individualização dos custos associados à Gestão da Qualidade, Segurança e Ambiente, obrigando à interpretação legal deste Decreto-Lei n.º 59/99 de 2 de Março e à diluição dos custos na valia técnica da proposta da(s) Entidades Executantes.

Em termos de REFER foi desenvolvido em 2004, a identificação, quer em série de preços quer por valor global, para os custos associados à gestão do ambiente, onde estão incluídos os associados à gestão de resíduos, contudo pela interpretação legal atrás identificada, o departamento jurídico instruiu o departamento de lançamento de concurso que fosse retirado do Mapa de Quantidades os itens dos custos do Sistema de Gestão Ambiental, onde está incluída a gestão dos resíduos.

No seguimento do lançamento do concurso, os empreiteiros apresentam os custos associados com o ambiente diluído nos trabalhos a executar, não existindo um valor estimado só para a área dos resíduos.

No entanto, a REFER, E.P.E. é dos poucos donos de obra em Portugal que possui um caderno de encargos onde dedica várias páginas e capítulos à área do ambiente, com especial relevo para os resíduos produzidos durante a execução da obra. A REFER obriga contratualmente as entidades executantes a implementar uma Sistema de Gestão Ambiental (SGA) de acordo a norma NP EN ISO 14001:2004 + Emenda 1:2006 e a elaborar e implementar o Manual de Gestão Ambiental (MGA) em obra, nomeadamente, procedimentos de ambiente relacionados com a gestão dos resíduos. A REFER procura com este documento que as EE's tenham uma maior atenção com a gestão de resíduos e que estes sejam geridos de acordo com a legislação em vigor.

O PPGRCD não altera praticamente nada na forma da REFER encarar os resíduos produzidos nas suas obras, pois este já obriga contratualmente as EE a criarem e a desenvolverem um MGA onde é incluído um Plano de Resíduos. Este Plano de Resíduos é um documento onde a EE prevê o tipo de resíduos a produzir e que possui vários procedimentos operacionais de prevenção e minimização de resíduos. Possui em geral um anexo de nome Mapa de Resíduos onde os resíduos são quantificados mensalmente e onde aparece também quem efectuou o transporte, qual o operador de resíduos e o destino final do resíduo. Assim, este novo regulamento vem ao encontro dos procedimentos da REFER.

4. Metodologia

4.1. Planeamento e Cronograma dos Trabalhos

Para a concretização dos objectivos definidos, o estudo foi projectado segundo uma metodologia faseada no tempo. O trabalho foi dividido em três partes distintas, a parte teórica, a parte prática e a conclusão como se pode verificar no Quadro 4.1.

Parte Teórica – Nesta fase o trabalho mais relevante foi a organização da dissertação e o levantamento bibliográfico baseado na consulta documental de alguns livros, estudos, relatórios e documentos associados directamente com a obra em estudo (Projecto de Execução, EIA, RECAPE, Caderno de Encargos) e legislação actualmente em vigor.

A quantificação dos resíduos é efectuada mensalmente desde o início da obra a partir da informação solicitada pela Fiscalização e fornecida pela EE através dos relatórios mensais de ambiente. Além dos relatórios, a informação é também fornecida através do Manual de Gestão Ambiental (MGA) (documento contratual obrigatório) que foi desenvolvido pela EE, validado pela Fiscalização e aprovado pelo Dono de Obra, e onde se encontram procedimentos de trabalho relacionados com a gestão dos resíduos de obra.

Parte Prática – A recolha dos resultados (quantidades de resíduos produzidos) tem sido efectuada desde o início da obra, bem como o tratamento desses resultados. A observação directa da execução da obra foi também efectuada, com principal destaque para a produção dos resíduos e para a forma de prevenir essa produção e minimizar os impactes causados pelos resíduos.

A EE procurou sempre que possível recorrer às boas práticas ambientais.

Nesta fase foi efectuada uma análise de forma a relacionar os indicadores escolhidos para cada resíduo e a quantificação dos resíduos produzidos.

Para o cumprimento dos objectivos traçados, o estudo foi inicialmente desenvolvido segundo uma metodologia faseada no tempo, nomeadamente:

- Observação directa do desenvolvimento dos trabalhos;
- Pesquisa bibliográfica sobre os RCD e sobre obras de construção civil;
- Levantamento da produção de RCD com base nos relatórios mensais da EE e nas actas semanais e quinzenais desde Outubro de 2007 a Maio de 2009;
- Quantificação e caracterização dos RCD produzidos tendo em conta os métodos construtivos usados em obra;
- Determinação dos indicadores de produção para cada RCD produzido em obra.

Quadro 4.1: Cronograma dos trabalhos

		Parte teórica			Parte prática						Conclusão e finalização do trabalho
		Pesquisa bibliográfica	Organização e análise da informação	Elaboração dos capítulos teóricos	Planeamento do trabalho	Acompanhamento dos trabalhos em obra	Recepção de documentação	Análise da documentação	Preparação dos resultados obtidos	Tratamento e análise dos resultados	
2009	Janeiro										
	Fevereiro										
	Março										
	Abril										
	Maio										
	Junho										
	Julho										
	Agosto										
	Setembro										
	Outubro										

4.2. Identificação dos RCD

O primeiro passo deste estudo consistiu na leitura dos documentos facultados pelo Dono de Obra, nomeadamente os:

- Ferbritas, Ecossistemas, (Maio, 2003), *Estudo de Impacte Ambiental do Concurso Público Internacional para a Construção da Linha do Sul - "Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94"*, Lisboa.
- Ferbritas, Ecossistemas, (Dezembro de 2005), *Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução do Concurso Público Internacional para a Construção da Linha do Sul - "Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94"*, Lisboa.
- Rede Ferroviária Nacional - REFER EPE, (Novembro de 2006), *Projecto do Concurso Público Internacional para a Construção da "Variante de Alcácer (2ª fase) – Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso*. Lisboa.
- Rede Ferroviária Nacional - REFER EPE, (Novembro de 2006), *Concurso Público Internacional para a Construção da "Variante de Alcácer (2ª fase) – Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso*, Caderno de Encargos, Lisboa.

No âmbito da gestão de RCD gerados em obra foi implementado um sistema de deposição temporária e de separação selectiva. O sistema de recolha desenvolveu-se em várias fases desde a colocação de contentores e recipientes em locais estratégicos da obra para a deposição temporária dos RCD e dos RSU, à aquisição e aluguer de contentores para a deposição dos mesmos para posterior transporte a destino final.

Os resíduos incluídos no âmbito deste caso de estudo são a maioria dos já referidos no quadro 3.1. do capítulo 3.2. onde se apresenta os diferentes tipos de resíduos produzidos em obra relacionados directamente com as actividades construtivas ou de apoio à obra. No quadro 4.2. e nos capítulos 5.1. e 5.2. pode-se ver que os resíduos estão identificados de acordo com o código LER, existindo alguns resíduos que são identificados com os códigos 13, 15, 16, 17, 19 e 20.

Alguns resíduos, devido às suas características e à pouca quantidade, poderão ser armazenados conjuntamente, como é o caso dos vários resíduos de plásticos não contaminado (código LER 17 02 03).

Desde o início da obra, em Outubro de 2007, que os resíduos têm sido identificados e quantificados, assim, os resíduos a avaliar são os do Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Resíduos produzidos em obra e respectivo código LER

Resíduos produzidos	Código LER
Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações	13 02 08*
Lamas e Misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores óleo/água (Separador de Hidrocarbonetos)	13 05 02*
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas.	15 01 10*
Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas.	15 02 02*
Filtros de óleos	16 01 07*
Resíduos de betão e de lamas de betão	17 01 01 10 13 14
Madeiras/cofragens	17 02 01
Madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas	17 02 04*
Ferro e Aço	17 04 05
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	17 05 03*
Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	17 09 04
Papel/Cartão	20 01 01
Vidro	20 01 02
Óleos e gorduras alimentares	20 01 25
Misturas de gorduras e óleos da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares (Separador de óleos/gorduras)	19 08 09
Embalagens Plásticas e ferrosas	20 01 39
Lamas de fossas sépticas	20 03 04

4.3. Procedimentos

4.3.1. Identificação e Quantificação dos RCD Produzidos

A identificação dos RCD iniciou-se com a observação directa dos métodos construtivos de modo a identificar a fonte de produção de cada resíduo (Quadro 3.1.), seguindo-se a caracterização dos mesmos e a identificação de acordo com o código LER, como foi referido no capítulo 4.2.

Os objectivos de observação directa foram dirigidos para a gestão de RCD desde a entrada dos materiais (matérias primas) em obra até à produção do resíduo, ao seu condicionamento, recolha e transporte interno, bem como ao armazenamento e recolha por transportador externo, tendo em conta os diferentes comportamentos que estão associados a estes trabalhos.

Posteriormente foi solicitado ao empreiteiro uma listagem dos resíduos produzidos durante o decorrer da obra, para se iniciar o programa para a gestão de resíduos.

Os resultados obtidos foram recolhidos dos relatórios mensais elaborados pela EE e das reuniões semanais e quinzenais com a EE de onde surgiram actas com as informações importantes sobre a gestão dos resíduos da obra.

Monitorizou-se a actividade de recolha regular e contínua dos resíduos nas frentes de obras e nos estaleiros pelos operadores de resíduos seleccionados.

O volume dos resíduos produzidos foi identificado inicialmente pelo volume dos contentores que se encontram em obra e posteriormente foi confirmado pela pesagem dos camiões do operador de resíduos (destino final). Esta informação chegou à obra através das Guias de Acompanhamento de Resíduos – GAR – (e mais recentemente das Guias de Acompanhamento de Resíduos de Construção e Demolição – GARCD, e dos certificados de recepção dos RCD) que a EE entregou à Fiscalização através dos relatórios mensais e de fax's.

Posteriormente os resultados foram analisados de forma criteriosa, verificando-se se existia alguma incongruência dos dados disponibilizados em comparação com os obtidos mensalmente e os valores acumulados desde o início da obra.

Visto que as quantidades de resíduos não estão expressas nas mesmas unidades, houve a necessidade de encontrar as densidades dos materiais/resíduos para se poder efectuar uma análise comparativa de todos os resíduos. No entanto, não foi possível, durante a pesquisa bibliográfica realizada obter as densidades para os seguintes resíduos:

- Lamas do separador de hidrocarbonetos;
- Lamas das fossas sépticas.

A densidade destes resíduos depende do afluente, do tratamento adoptado e da sua capacidade.

A falta destas densidades constituiu uma dificuldade acrescida, sendo a contabilização total destes resíduos efectuada em m³.

Sabendo que a quantidade dos diferentes tipos de resíduos e tendo em conta das densidades dos mesmos, determinou-se o volume e o peso dos resíduos em m³ e em toneladas (t) onde se podem

verificar algumas diferenças em relação aos resíduos com maior e menor significado. As quantidades de resíduos, em m^3 , são também comparadas com a área total da obra (m^2).

Por fim efectua-se uma comparação do valor dos resíduos produzidos na obra em questão com os valores de duas obras (construção de um edifício e uma via de comunicação em Setúbal) que foram encontrados na pesquisa bibliográfica.

Devido à falta de estimativas dos resíduos produzidos em fase de projecto optou-se por comparar a quantidade de resíduos produzidos durante a obra com as matérias-primas usadas para a realização da obra.

No que se refere às quantidades de matérias-primas previstas, as informações foram obtidas através do projecto de execução (Ferbritas, Novembro 2006). Com este documento obtiveram-se as quantidades previstas para as seguintes matérias-primas:

- Betão usado nas estacas, maciços, embasamentos, fustes e capiteis dos pilares da ponte;
- Betão usado nas estacas, maciços, fustes e capiteis dos viadutos;
- Aço usado nas estacas, maciços, embasamentos, fustes e capiteis dos pilares da ponte;
- Aço usado nas estacas, maciços, fustes dos viadutos;
- Cofragem usada nos embasamentos, fustes e capiteis dos pilares da ponte;
- Cofragem usada nos maciços, fustes e capiteis dos viadutos;
- Pinturas betuminosas dos embasamentos, maciços e pilares.

As quantidades reais de matérias-primas usadas são importantes no caso o betão das estacas dos pilares da ponte e dos viadutos, pois a volume utilizado é essencialmente maior que o calculado em projecto, visto que a profundidade das estacas foram maiores do que o previsto. Os valores reais seriam também importantes no caso do ferro/aço, mas estes valores não foram disponibilizados, assim optou-se por utilizar a quantidade de ferro/aço que refere o projecto da empreitada.

4.3.2. Selecção dos Indicadores de Produção de RCD

Neste estudo um dos principais objectivos é determinar indicadores de produção para cada tipo de resíduo produzido, tendo em conta as suas características principais e a dimensão da obra (Viaduto Norte, Viaduto Sul e Ponte com 1.114,75 metros, 1.140 metros e 480 metros, respectivamente) (Ferbritas, Novembro 2006).

A observação directa, desde Outubro de 2007 até Maio de 2009, foi a abordagem metodológica utilizada para a obtenção de resultados credíveis na determinação dos indicadores de produção para cada tipo de RCD.

Os indicadores de produção seleccionados para cada resíduo poderão ser utilizados noutras obras de características e de métodos construtivos semelhantes.

Para a obtenção de dados que permitam seleccionar e calcular os indicadores de produção foram analisados os diferentes métodos construtivos tendo-se verificado onde eram gerados os diferentes resíduos como se pode ver no capítulo 3.2. desta dissertação.

Para alguns resíduos foi complicado seleccionar o indicador mais correcto, visto não existir ligação directa ou ser complicado saber a quantidade de matéria-prima que entra em obra e que produz este tipo de resíduos, designadamente para os seguintes:

- Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações;
- Lamas e Misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores óleo/água;
- Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas.
- Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas;
- Filtros de óleos.

É importante referir que a opção dos indicadores apresentados no quadro 4.3 poderão não ser os mais correctos, mas como a obra já se encontrava adiantada quando se iniciou a realização desta dissertação, considerou-se estes os mais fiáveis e de cálculo possível.

Os restantes indicadores foram baseados na actividade construtiva que os produz, designadamente:

- Para os “filtros de óleo” e os “outros óleos de motor, transmissões e lubrificações” optou-se como indicador o número de equipamentos que já existiram em obra;
- Para as “lamas do Separador de Hidrocarbonetos” não foi indicado qualquer indicador pois este resíduo é proveniente das águas das chuvas e das águas oleosas que são vertidas no separador quando as bacias de retenção utilizadas em obra e na zona de armazenamento de resíduos contaminados ou contendo substâncias perigosas estão cheias;
- Para os dois resíduos seguintes “embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas” e os “absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas” optou-se por calcular a área das infra-estruturas a pintar, visto que a maioria destes resíduos são produzidos pelas pinturas. As manutenções dos equipamentos também produzem este tipo de resíduos, no entanto, será mais correcto utilizar a área a pintar;
- Em relação aos “solos e rochas contaminados” optou-se por saber a área que a obra ocupa para se poder ter um valor comparativo;
- A “mistura de RCD” foi talvez o resíduo mais difícil para encontrar um indicador, visto tratar-se de um resíduo que provem de várias actividades, não sendo fácil de detectar a sua origem. Assim, para se poder relacionar com os restantes resíduos e por ter um peso bastante significativo optou-se por utilizar a área total da obra como indicador;

- Para os “óleos e gorduras alimentares” e as “misturas de gorduras e óleos da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares (separador de óleos/gorduras)” optou-se por calcular o número de refeições dadas durante o período em estudo e é este o indicador que melhor traduz o volume de resíduo existente;
- O indicador para as “lamas das fossas sépticas” é o período de tempo que as ETAR's estão em funcionamento.

No Quadro 4-3 podemos verificar o tipo de resíduos produzidos, o código LER e os indicadores seleccionados para efectuar a relação entre a quantidade de materiais usados e os resíduos produzidos.

Quadro 4.3: Tipo de resíduos produzidos em obra e o indicador seleccionado

Tipo de resíduo	Código LER	Indicador
Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações	13 02 08*	Número médio de equipamentos em obra
Lamas e misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores óleo/água (Separador de Hidrocarbonetos)	13 05 02*	Indicador não encontrado
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas.	15 01 10*	Área a pintar com tinta betuminosa
Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas.	15 02 02*	Área a pintar com tinta betuminosa
Filtros de óleos	16 01 07*	Número médio de equipamentos em obra
Resíduos de betão e de lamas de betão	17 01 01 10 13 14	Quantidade de betão usado
Madeiras/Cofragens	17 02 01	Quantidade de madeiras usadas
Madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas	17 02 04*	Quantidade de madeiras usadas
Aço e Ferro	17 04 05	Quantidade de aço/ferro usado
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	17 05 03*	Área total ocupada pela obra
Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	17 09 04	Área total ocupada pela obra
Misturas de gorduras e óleos da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares (Separador de óleos/gorduras)	19 08 09	N.º médio de refeições = 150 refeições /dia
Papel/Cartão	20 01 01	Nº de vezes em que os ecopontos foram recolhidos
Vidro	20 01 02	Nº de vezes em que os ecopontos foram recolhidos
Óleos e gorduras alimentares	20 01 25	N.º médio de refeições = 150 refeições /dia
Embalagens Plásticas e ferrosas	20 01 39	Nº de vezes em que os ecopontos foram recolhidos
Lamas de fossas sépticas	20 03 04	16 meses de funcionamento das ETAR's

4.3.3. Comparação do Caso Estudo com outras Obras

Pretendeu-se comparar os resultados obtidos neste trabalho com outras obras, no entanto, não se conseguiu obter obras idênticas para que a comparação fosse mais coerente e fidedigna.

Deste modo, as duas obras utilizadas como comparação são as seguintes:

- Edifícios na Catalunha (Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya – ItEC, 2008); e
- Via de Comunicação em Setúbal (segundo dados obtida pela empresa Pengest – fiscalização da obra).

O Edifício da Catalunha foi um estudo desenvolvido tendo em conta as diferentes obras de remodelação, construções novas e demolição existentes num determinado local.

A Via de Comunicação em Setúbal foi uma obra recente que englobou trabalhos de arruamentos de 3 km de comprimento e 10 m de largura, beneficiações de jardins, execução de parques de estacionamento e melhoria de acessos. Estas obras são bastante diferentes do caso de estudo, que é a execução de 2 viadutos e de uma ponte.

A quantidade de resíduos produzidos na obra da via de comunicação foi obtida através da mesma metodologia efectuada para este estudo, isto é, análise da documentação entregue pela EE (GAR, Guias de transporte, relatórios mensais e fax) e inspecção visual em obra.

Não foi disponibilizada a metodologia usada para quantificar os resíduos produzidos no edifício da Catalunha, no entanto podemos referir que este estudo é muito idêntico ao estudo efectuado pela CMMN (projecto REAGIR).

A comparação dos resultados será efectuada no capítulo 5.3. – Análise dos resultados obtidos. Os resultados serão apresentados em m^3 de resíduo produzido/ m^2 .

5. Análise e Discussão dos Resultados

5.1. Gestão dos RCD em Obra

No seguimento do estudo efectuado aos métodos construtivos (Quadro 3.1.) verificou-se que a tipologia dos resíduos produzidos é muito variada; assim, os resíduos produzidos encontram-se discriminados no Quadro 5.1., bem como o código LER correspondente, o tipo de armazenamento temporário efectuado, o operador de resíduos seleccionado e a operação a que os resíduos ficaram sujeitos (destino final).

A separação selectiva dos resíduos produzidos em cada frente de obra é efectuada por cada trabalhador, no entanto, caso se encontre alguma mistura de resíduos, existe um trabalhador específico que verifica se a triagem está correcta. Caso tal não aconteça, este trabalhador efectua correctamente essa separação e transporta os resíduos para contentores de maiores dimensões e/ou ecoponto que se encontram no estaleiro central da obra como se pode ver na Figura 5.1.. Estes contentores são recolhidos periodicamente por operadores de resíduos devidamente licenciados.



Figura 5-1: Contentores e recipientes para a colocação de resíduos

No que se refere aos RSU (resíduos orgânicos, papel, vidro, embalagens) produzidos nos estaleiros (cantina e escritórios), estes são depositados nos ecopontos que são recolhidos periodicamente através por operador de resíduos licenciado. Alguns resíduos (principalmente papel/cartão) produzidos nas frentes de obra, desde que limpos, são também colocados nos contentores dos ecopontos com capacidade de 800 litros.

Quadro 5.1: Tipo de resíduos produzidos em obra e a sua identificação segundo o LER

Actividade de Construção	Tipo de resíduos	LER	Local de armazenamento. Temporário.	Operadores de Resíduos	Destino Final D / R
Áreas administrativa	Papel/Cartão	20 01 01	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Plástico	20 01 39	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Tinteiros e Toners	08 03 17*	Cada empresa faz a sua recolha para reciclagem	Sede das empresas (Fiscalização e Entidade Executante)	Reciclagem
	Lâmpadas com mercúrio	20 01 21*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Ainda não houve qualquer saída	
	Pilhas	16 06 04	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
Manutenções e Abastecimentos	Papel/Cartão	15 01 01	Ecoponto	Ambitrena	Reciclagem
	Plásticos	17 02 03	Contentor de 20000 litros	Ambitrena/Renascimento	R13
	Plásticos contaminados	17 02 04*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Indaver/Renascimento	D15
	Embalagens plásticas	15 01 10*		Indaver/Renascimento	R13
	Solos contaminados	17 05 03*		Indaver/Renascimento	D15
	Óleos usados	13 02 08*		Carmona	R9
	Filtros de óleos	16 01 07*	Local identificado no estaleiro	Indaver/Renascimento	R13
	Pneus usados	16 01 03		Fornecedor de pneus	Reciclagem
	Desperdícios contaminados com substâncias perigosas	15 02 02*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Indaver/Renascimento	R13
Cozinha e Cantina	R Urbanos biodegradáveis	20 01 08	Contentor de 800 litros da CMAS	Ambilital	D8/D9
	R Urbanos óleos e gorduras alimentares	20 01 25	Recipientes de 45 litros	Dieselbase	R3/R13
	Papel/Cartão	20 01 01	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Plásticos	20 01 39	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Embalagens Plásticas	15 01 02	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Embalagens Metais	20 01 40	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Vidro	20 01 02	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Madeiras	20 01 38	Contentor de 36 000 litros	Ambitrena/Renascimento	R13
	Lâmpadas com mercúrio	20 01 21*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Ainda não houve qualquer saída	
Estaleiros	Ferro e Aço	17 04 05	Contentor de 36000 litros	Ambitrena/Renascimento	R4
	Betão / Argamassas	17 01 01	Local identificado na frente de obra	Ambitrena/Transucatas/Renascimento	R13/D1/D15
	Papel /Cartão	20 01 01	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem
	Embalagens de papel /cartão não contaminado	15 01 01	Ecoponto	Ambilital	Reciclagem

Actividade de Construção	Tipo de resíduos	LER	Local de armazenamento. Temporário.	Operadores de Resíduos	Destino Final D / R
	Plásticos	17 02 03	Contentor de 20000 litros	Ambitrena/Renascimento	R13
	Madeiras	17 02 01	Contentor de 36000 litros	Ambitrena/Renascimento	R13
	Embalagens plásticas contaminadas	15 01 10*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Indaver/Renascimento	R13
	Óleos usados	13 02 08*		Carmona	R9
	Recipientes de metal contaminados com substâncias perigosas	15 01 10*		Indaver/Renascimento	R13
	Plásticos contaminados com substâncias perigosas.	17 02 04*		Indaver/Renascimento	D15
	Madeiras contaminadas	17 02 04*		Indaver/Renascimento	D15
	Desperdícios contaminados com substâncias perigosas	15 02 02*		Indaver/Renascimento	R13
	Lâmpadas com mercúrio	20 01 21*		Ainda não houve qualquer saída	
ETAR's e Separadores	Lamas de tratamento das Águas Residuais urbanas ou lamas de fossas sépticas	20 03 04	O operador de resíduos efectua a recolha das lamas directamente do equipamento. Não à necessidade de recipiente.	ETAR da CMAS	D8/D9
	Efluentes dos WC's Químicos (lamas de fossas sépticas)	20 03 04	O operador de resíduos efectua a recolha das lamas directamente do equipamento	Sanap Ambiente	D15/D8/D9
	Lamas do separador de óleos e gorduras alimentares	19 08 09	O operador de resíduos efectua a recolha das lamas directamente do equipamento	Renascimento	D15
	Lamas do separador de hidrocarbonetos	13 05 02*		Quimitécnica/Renascimento	Valorização em bio-combustível
Desmatção e Decapagem	R biodegradáveis – vegetação	20 02 01	Em obra em local definido	Forestech	R13
	Madeiras	17 02 01	Contentor de 36000 litros	Ambitrena/Renascimento	D1
	Solos não contaminados	17 05 04	Deposito temporário e definitivo nas frentes de obra	Canteiros de arroz	R13
	Plásticos	17 02 03	Contentor de 20000 litros	Ambitrena/Renascimento	R13
	Embalagens plásticas contaminadas	15 01 10*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Indaver	D15
	Madeiras contaminadas	17 02 04*		Indaver	D15
	Solos contaminados	17 05 03*		Indaver	D15
	Plásticos contaminados	17 02 04*		Indaver	R13
	Desperdícios contaminados com substâncias perigosas	15 02 02*		Indaver	R9

Actividade de Construção	Tipo de resíduos	LER	Local de armazenamento. Temporário.	Operadores de Resíduos	Destino Final D / R
	Óleos usados	13 02 08*		Carmona	Reciclagem
Viadutos e Ponte	Papel/Cartão	20 01 01	Ecoponto	Ambilital	R13
	Plástico	17 02 03	Contentor de 20000 litros	Ambitrena/Renascimento	R13
	Madeiras	17 02 01	Contentor de 36000 litros	Ambitrena/Renascimento	R4
	Ferro e Aço	17 04 05	Contentor de 36000 litros	Ambitrena/Resisperfil	R13/D1/D15
	Betão / Argamassas	17 01 01	Local identificado na frente de obra	Ambitrena/Areeiro Soarmavil	R13
	Lamas de betão	10 13 14	Contentor de 6000 litros	Ambitrena	D1
	Solos não contaminados	17 05 04	Deposito temporário e definitivo nas frentes de obra	Canteiros de arroz	R13
	Mistura de Resíduos de construção e demolição	17 09 04	Contentor de 20000 litros	Aterro de Beja da Lena Ambientes/Ambitrena/Renascimento	D15
	Plásticos contaminados	17 02 04*	Recipiente identificado dentro de zona impermeável, coberta e identificada	Indaver/Renascimento	R13
	Embalagens contaminadas	15 01 10*		Indaver/Renascimento	D15
	Madeiras contaminadas	17 02 04*		Indaver/Renascimento	D15
	Embalagens metálicas contaminadas	17 02 04*		Indaver/Renascimento	D15
	Solos contaminados	17 05 03*		Indaver/Renascimento	R13
	Desperdícios contaminados com substâncias perigosas	15 02 02*		Indaver/Renascimento	R9
	Óleos usados	13 02 08*		Carmona	D6
	Dragados	17 05 04	Depósito temporário nas frentes de obra	Reposição no Rio	D1
	Lamas bentoníticas	17 05 04		Areeiro Soarmavil	D1

O ecoponto tem pouca capacidade para a quantidade de papel/cartão produzido, além disso o operador não recolhe o papel que se encontra no chão, nem quando este está molhado, devido a este factor optou-se algumas vezes por colocar o papel no contentor de mistura de resíduos (17 09 04). Optou-se também por fazer umas tampas em madeira para os bidões do papel/cartão para que este não ficasse molhado, como de pode ver na Figura 5.2.



Figura 5-2: Ecoponto do estaleiro e da frente de obra

A periodicidade da recolha dos ecopontos, realizada pela Ambitital, é a que se apresenta no Quadro 5.2.

Quadro 5.2: Recolha dos ecopontos

Tipo de resíduos	Ecoponto - Estaleiro IV	Ecoponto – Lado Norte da Obra
Papel/Cartão	Semanal	Semanal
Embalagens Plásticas/ Ferrosas	De 15 em 15 dias	De 15 em 15 dias
Vidro	Mensal	Mensal
Indiferenciados	Diária	Diária

Os resíduos das áreas administrativas, nomeadamente os **tinteiros e toners** são geridos internamente. Os tinteiros usados são enviados para as sedes das respectivas empresas, que os encaminham para a reutilização. Em média são utilizados oito tinteiros por mês.

Os **resíduos perigosos** (filtros de óleos, recipientes com óleos usados e/ou tintas, absorventes e embalagens contaminados) quando produzidos, são colocados em recipientes estanques, identificados e armazenados em zonas impermeáveis e cobertas, devidamente identificadas (Figura 5.3.), sendo posteriormente recolhidos e enviados para destino final apropriado e autorizado. Estes resíduos são retirados da obra no máximo de 3 em 3 meses, de acordo com a alínea d), do número 3), do artigo 10º - Plano de Prevenção e Gestão de RCD do Decreto-Lei n.º46/2008, de 12 de Março.



Figura 5-3: Zonas impermeáveis e cobertas devidamente identificadas para armazenamento de resíduos perigosos.

No caso das lamas das **ETAR e dos Separadores** óleos e gorduras e hidrocarbonetos, estas são recolhidos por empresas devidamente autorizadas para este efeito, como referido no Quadro 35.1..

É importante esclarecer que as lamas de tratamento das águas residuais urbanas foram identificadas com o código LER 20 03 04, pois o afluente não é tratado com nenhuma substância química, assim as lamas não contêm qualquer substância que possa prejudicar o tratamento futuro. Além disso a ETAR que recebe as lamas da mini-ETAR compacta existente no estaleiro, não recebe lamas que tenham sido tratadas anteriormente com substâncias químicas. Foi devido a estes dois factores que se optou pelo código 20 03 04 e não pelo código 19 08 05 – lamas do tratamento de águas residuais urbanas.

As **lamas bentoníticas** utilizadas em obra foram reutilizadas enquanto necessárias, através de um sistema de reciclagem de lamas bentoníticas como se pode ver na Figura 5.4. Aquando do término dos trabalhos os resíduos de lamas bentoníticas, produzidos durante a betonagem das estacas do pilar 2 do Rio Sado, foram armazenados em zona impermeável e enviados para o encerramento de um areeiro, de acordo com a alínea 2) do artigo 6º - Reutilização de solos e Rochas do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março.



Figura 5-4: Sistema de reciclagem de lamas bentoníticas.

Os operadores de resíduos seleccionados pelas EE têm de ser licenciados para o armazenamento e tratamento dos resíduos que recolhem. Os seus veículos têm de estar licenciadas pelo IMTT (Instituto de Mobilidade e dos Transportes Terrestres) para o transporte de resíduos por conta de outrem.

Verifica-se que muitos resíduos são deficientemente separados e que é muito complicado incutir estas práticas nos trabalhadores, pois estes não têm informação suficiente para entenderem a necessidade que existe em efectuar essa separação, além de considerarem que essa responsabilidade em obra não é deles.

5.2. Quantidade de Resíduos Produzidos

A REFER não possui referências para os resíduos produzidos nas várias obras que possui, pois a gestão de resíduos sempre ficou a encargo das EE. Os resíduos que a REFER gera são os resíduos produzidos pela via (travessas de madeira e de betão, balastro, carril, massas lubrificantes, escórias de soldadura, entre outros) e pela catenária (cabos e equipamentos eléctricos, consolas simples e rappels, ligações CDTE, cobre, isoladores) das obras de remodelação, que não é o caso desta obra, assim, não é possível fazer qualquer comparação com outra obra idêntica.

A produção dos resíduos depende de muitos factores, entre eles os métodos construtivos, a sensibilidade de cada trabalhador para a sua produção, a reutilização de resíduos como matéria-prima, o tipo de subsolo encontrado aquando da realização dos trabalhos.

A quantidade de resíduos gerados durante a execução da obra pode divergir devido a vários factores que fazem com que os valores apresentados no Quadro 5.3. pudessem ser maiores ou menores:

- Reutilização das lamas de betão e do betão na manutenção dos acessos e nos taludes da plataforma de trabalho;

- Maior ou menor produção de betão, dependendo da água gasta na lavagem das calhas das auto-betoneiras e nas betoneiras;
- Maior ou menor produção de betão, dependendo da profundidade a que se betona as estacas;
- Maior ou menor produção de betão, dependendo da quantidade de betão contaminado no cimo das estacas e que é retirado durante o saneamento da estaca;
- O tipo de solos encontrados aquando da realização das estacas, é um factor importante para a maior ou menor produção de resíduos de betão, pois o sub solo pode arrastar o betão aquando da betonagem, havendo a necessidade de gastar mais matéria-prima e consequentemente produzir mais resíduos;
- Utilização de maior ou menor quantidade de ferro e aço para executar os trabalhos que vão produzir maior ou menor volume de resíduos de ferro e aço;
- Utilização de madeira não contaminadas para a confecção de refeições;
- Utilização de madeiras não contaminadas para fazer utensílios de uso na obra (cinzeiros, mesas de apoio, contentores para armazenamento de material e de resíduos, delimitações de acessos, protecções para espécies arbóreas, etc);
- Deficiente separação de resíduos por parte dos trabalhadores, podendo alguns RCD (exemplo: absorventes contaminados, pontas de ferro, arame, plásticos, etc.) serem misturados nos caixotes de resíduos urbanos e que são recolhidos pela CMAS;
- A sensibilidade dos encarregados para a redução e reutilização de resíduos é também um factor muito importante.

No Quadro 5.3. apresenta-se o tipo, o código LER e a quantidade de resíduos produzidos na obra Variante de Alcácer - Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso, da Linha do Sul no período de Outubro de 2007 e Maio de 2009.

Quadro 5.3: Tipo e quantidades de resíduo produzidos em obra

Resíduos produzidos	Código LER	Quantidade total de resíduos
Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações	13 02 08*	3,70 m ³
Lamas e Misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores óleo/água (Separador de Hidrocarbonetos)	13 05 02*	1,21 m ³
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas.	15 01 10*	462 kg
Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas.	15 02 02*	238 kg
Filtros de óleos	16 01 07*	280 kg
Resíduos de betão e de lamas de betão	17 01 01 10 13 14	1.430.698 kg
Madeiras/cofragens	17 02 01	5.7140 kg

Resíduos produzidos	Código LER	Quantidade total de resíduos
Madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas	17 02 04*	76 kg
Ferro e Aço	17 04 05	650.290 kg
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	17 05 03*	2025 kg
Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	17 09 04	58.180 kg
Papel/Cartão	20 01 01	92,800 m ³
Vidro	20 01 02	22,400 m ³
Óleos e gorduras alimentares	20 01 25	0,3 m ³
Misturas de gorduras e óleos da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares (Separador de óleos/gorduras)	19 08 09	3,77m ³
Embalagens Plásticas e ferrosas	20 01 39	46,400 m ³
Lamas de fossas sépticas	20 03 04	90 m ³

5.2. Determinação de Indicadores de Produção para cada RCD

5.2.1. Outros Óleos de Motor, Transmissões e Lubrificações e Filtros de Óleo

Estes resíduos são provenientes essencialmente das manutenções dos equipamentos, pelo que o indicador seleccionado está relacionado com o número de equipamentos que já estiveram em obra desde o seu início (Outubro de 2007 até Maio de 2009).

Assim, no Quadro 5.4. relaciona-se o tipo de equipamento com a actividade construtiva, de modo a compreender melhor os números apresentados.

Quadro 5.4: Relação entre os equipamentos e as actividades construtivas

Decapagem/Terraplenagens	Cilindros de pneus e rolos
	Motoniveladora
	Bulldozer
	Giratória de Rastos
	Camiões
	Dumper
	Escavadora Hidráulica
	Pá carregadora
Geotecnia	Perfuradora de rastos
	Auto-bomba

	Bomba de betão
	Mini-giratória
	Autobetoneiras
	Retroescavadora
	Compressor
	Gerador
	Grua de rastos
	Grua automóvel ou móvel
Obras de arte	Auto-bomba
	Bomba de betão
	Mini-giratória
	Autobetoneiras
	Multifunções
	Compressor
	Gerador
	Grua de rastos
	Grua automóvel ou móvel
	Camiões
	Tractor agrícola
	Motoniveladora
	Retroescavadora
	Cilindros de pneus e rolos

Adicionalmente, no Quadro 5.5, apresenta-se o número e o tipo de equipamentos que estiveram em obra no período em análise.

Necessitando os equipamentos de inspecções periódicas ao fim de algumas horas (indicações incluídas nos manuais de manutenção dos equipamentos e variam consoante o tipo de equipamento e o fornecedor da máquina), optou-se por calcular o número total de equipamentos em obra por forma a relacioná-lo com o resíduo produzido na mesma.

Alguns equipamentos estiveram em obra apenas algumas horas ou alguns dias, enquanto que outras ficaram em obra durante todo o período considerado. Os resíduos produzidos referentes às manutenções dos equipamentos devem-se essencialmente aos equipamentos que se encontram há mais tempo em obra.

Quadro 5.5: Número e o tipo de equipamentos em obra

Tipo de equipamentos	Nº
Cilindros de pneus e rolos	6
Motoniveladora	3
Bulldozer	2
Escavadora Hidráulica	5
Giratória de Rastos	7
Camiões	12
Tractor agrícola	5
Dumper	6
Retroescavadora	5

Tipo de equipamentos	Nº
Pá carregadora	4
Perfuradora de rastos	4
Auto-bomba	1
Bomba de betão	4
Mini-giratória	2
Autobetoneiras	18
Multifunções	4
Compressor	3
Gerador	5
Grua de rastos	8
Grua automóvel ou móvel	35
N.º Total de Equipamentos	139

Relacionando o número de equipamentos em obra (139) com a quantidade de resíduos produzidos por estes equipamentos e sabendo que a densidade do resíduo “Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações” é de 9 kN/m^3 (Reis, 2000), sabendo que 1 kN/m^3 é igual a 102 kg/m^3 (Reis, 2000), pode-se dizer que a densidade é de $0,918 \text{ t/m}^3$. Assim, são produzidos 3.396 kg de resíduos pelos 139 equipamentos e 24,43 kg de resíduos/equipamento.

Em relação aos filtros de óleo pode-se dizer que são produzidos 2,01 kg de resíduos/equipamento, visto que a densidade é de $0,25 \text{ t/m}^3$ (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008).

No Quadro 5.6. apresentam-se os valores obtidos para este indicador.

Quadro 5.6: Resíduos de outros óleos de motor, transmissões e lubrificações e filtros de óleos por equipamento

Tipo de resíduo	Quantidade total produzida (kg)	Indicador (kg/equipamento)
Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações	3.396 ($3,70 \text{ m}^3$)	24,43
Filtros de óleos	280 ($1,12 \text{ m}^3$)	2,01
Total	3676 ($4,72 \text{ m}^3$)	22,44

Infelizmente, as pesquisas bibliográficas efectuadas não permitiram obter informações sobre esta tipologia de resíduos ou este indicador noutras empreitadas, pelo que não é possível efectuar uma análise comparativa do mesmo.

5.2.2. Lamas e Misturas de Resíduos Provenientes dos Desarenadores e Separadores Óleo/Água

Estes resíduos decorrem, como já mencionado, dos separadores óleos/água, nomeadamente dos existentes nos estaleiros, que se encontram, ligados à lavagem de rodados, depósito de combustível

e zona de armazenamento de substâncias perigosas. Em relação a estes resíduos a densidade, depende da capacidade de tratamento do separador de hidrocarbonetos e do afluente.

Foram gerados, na totalidade, 1,21 m³ desta topologia de resíduos. Este valor corresponde essencialmente aos pequenos derrames que decorrem durante o abastecimento de veículos, compressores, geradores e outros equipamentos e que ficam retidos nas bacias de retenção ou nos plásticos colocados sob os equipamentos para evitar eventuais derrames em solo permeável. Podem, também, ocorrer derrames durante o manuseamento dessas substâncias dentro das zonas de armazenamento de substâncias perigosas para o ambiente. É de realçar que até ao momento não houve qualquer incidente ou acidente ambiental.

Não foi possível obter elementos relacionados com este indicador na pesquisa efectuada, e por isso não se consegue realizar a análise comparativa dos mesmos.

5.2.3. Embalagens Contendo ou Contaminadas por Resíduos de Substâncias Perigosas, e Absorventes, Materiais Filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), Panos de Limpeza e Vestuário de Protecção, Contaminados por Substâncias Perigosas.

Os resíduos referidos neste capítulo são provenientes de várias actividades, nomeadamente das pinturas das infra-estruturas de betão com tintas impermeabilizantes (tintas betuminosas) e das manutenções dos veículos e equipamentos em obra.

Devido ao facto desta actividade já ter terminado aquando do início da realização desta dissertação, registaram-se dificuldades acrescidas em seleccionar o indicador mais correcto, assim, optou-se por utilizar a área total das infra-estruturas de betão a pintar. No Quadro 5.7 podemos ver a área total, apresentando-se no Anexo II os cálculos inerentes.

Uma vez que esta tipologia de resíduos são oriundos de várias origens (com maior expressão das acima referidas), considerou-se útil estimar, com base na experiência tida nesta e noutras empreitadas, percentagens que associem directamente tais origens com os resíduos gerados.

Quadro 5.7: Área da infra-estrutura de betão a pintar

Infra-estrutura	Área (m ²)
Ponte	2207,1
Encontro Norte	1743
Encontro Sul	818
Viaduto Norte	4446,5
Viaduto Sul	4501
TOTAL	13715,6

Considerou-se, assim, que as embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas são maioritariamente decorrentes das actividades de pintura (60%), enquanto que os absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleos não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas, provêm maioritariamente das manutenções dos veículos de obra (80%). Apresenta-se, assim, no Quadro 5.8 os valores a considerar neste âmbito.

Quadro 5.8: Quantidade dos resíduos por origem

Tipo de Resíduos	Quantidade de resíduo	Pintura (kg)	Manutenções (kg)	Quantidade de resíduo por área pintada (kg/m ²)	
	(kg)			Pintura	Manutenções
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas.	462	277,2 (60%)	47,6 (20%)	0,02 kg/m ²	0,34 kg/m ²
Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas.	238	184,8 (40%)	190,4 (80%)	0,01 kg/m ²	1,37 kg/m ²

Analisando os dados resultantes, constata-se que foram produzidos:

- 0,02 kg de “embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas”/m² de área a pintar; e
- 0,01 kg de absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleos não especificados anteriormente), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas /m² de área a pintar.

Quanto aos resíduos das manutenções, recorreu-se à informação constante no Quadro 5.8. para determinar a quantidade por equipamento de onde são provenientes, designadamente:

- 0,34 Kg de “embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas”/m² de área a pintar; e
- 1,37 Kg de “absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleos não especificados anteriormente), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas/m² de área a pintar.

Considerando que a densidade do resíduo embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas é 0,05 t/m³ (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008), pode-se afirmar que foram produzidas 9,24 m³.

De acordo com a mesma fonte, a densidade do resíduo absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleos não especificados anteriormente), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas é $0,05 \text{ t/m}^3$ (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008), assim foram produzidas $4,76 \text{ m}^3$.

5.2.4. Betão e de Lamas de Betão

Este é o resíduo de maior complexidade, devido ao facto do betão usado nas estacas dos pilares dos viadutos, e principalmente das estacas dos pilares da ponte, poder ser variável. Podemos verificar essa diferença nos quadros apresentados no Anexo III.

No Quadro 5.9 e no Quadro 5.10 pode-se ver a quantidade de betão e o volume de resíduos de betão total previsto em projecto e o valor real usado na obra. É importante salientar que a quantidade de betão usado na betonagem das estacas dos pilares provisórios não está contemplada no valor apresentado, pois este valor não foi disponibilizado pela EE até ao momento. No entanto, o resíduo de betão proveniente dessas betonagens foi admitido.

Quadro 5.9: Volume de betão usado (m^3)

Volume de betão (m^3)	
Previsto em projecto	Real
43905,45	45473,07

Quadro 5.10: Volume de resíduos de betão (kg)

Resíduos de betão (kg)	Lamas de betão (kg)
945018	485680
$1\,430\,698 \text{ Kg} = 1430,70 \text{ t} = 1312,57 \text{ m}^3$	

Relacionando o volume de betão real usado com a quantidade de resíduos de betão produzidos e sabendo que 1 m^3 de betão pesa aproximadamente $1,09 \text{ t}$ ($1,09 \text{ t/m}^3$) (dado fornecido pela EE), conclui-se que do betão real utilizado **2,89%** equivale a resíduo; no entanto, o volume real de betão usado é maior, pois como foi referido anteriormente não foi contabilizado o betão usado nos pilares provisórios e outras obras acessórias, nomeadamente dos cais e passadiços.

A quantidade de resíduos produzida é um valor que poderá ser considerado por defeito visto que parte destes resíduos são usados para melhorar os acessos da obra, nas plataformas de trabalho, bem como nos taludes de modo a consolida-los.

5.2.5. Madeiras/Cofragem Não Contaminadas

Os excessos de madeira só são considerados resíduos quando já não podem ser reutilizadas em obra. Assim, os valores usados neste trabalho são os valores de projecto que estão no Anexo IV. No

Quadro 5.11 é apresentada a matéria-prima usada em obra e a quantidade de resíduos de madeira não contaminada. É importante referir que a espessura da madeira utilizada nas cofragens tem, em média, 3 cm.

Quadro 5.11: Quantidade de madeira usada e de resíduo produzido não contaminado

Quantidade de madeira/cofragem			
Matéria-prima de projecto (m ²)	Matéria-prima de projecto (m ³)	Resíduo (kg)	Resíduo (t)
41695,80	1250,87	57140	57,14

A quantidade de resíduos produzida poderá ser considerada por defeito, visto que parte destas madeiras são reutilizados em obra, além disso as cofragens são reutilizadas, em média, 10 vezes, e as existentes no caso estudo são madeiras novas.

A matéria-prima utilizada está expressa em m², mas como sabemos a espessura da madeira (3 cm) podemos calcular o volume total. Por esta razão optou-se por relacionar a quantidade de madeira usada (m³) com a quantidade de resíduos de madeiras produzida (kg).

Sabendo que 1 m³ de madeiras pesa aproximadamente 0,25 t (**0,25 t/m³**) (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008), podemos afirmar que se produziu 228,56 m³ de resíduos de madeira.

Podemos ainda dizer que a matéria-prima (madeira usada) é de 1250,87 m³, assim, podemos referir que 18,27% das madeiras usadas correspondem a resíduos.

5.2.6. Madeira Contendo ou Contaminada com Substâncias Perigosas

As madeiras contaminadas são tratadas como resíduo perigoso e resultam essencialmente da contaminação dos óleos descofrantes ou por contaminação casual de outras substâncias químicas. O Quadro 5.12 apresenta a matéria-prima usada em obra e a quantidade de resíduos de madeira contaminada que foi produzida até ao momento.

Quadro 5.12: Quantidade de madeira usada e de resíduo produzido

Quantidade de madeiras contaminadas			
Matéria-prima de projecto (m ²)	Matéria-prima de projecto (m ³)	Resíduo (kg)	Resíduo (t)
41695,80	1250,87	76	0,08

Sabendo que 1 m³ de madeiras pesa aproximadamente 0,25 t (0,25 t/m³) (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008), podemos concluir que se produziu 0,30 m³ de resíduos de madeira contaminada.

Sabendo-se que a espessura das madeiras é de 3 cm, podemos dizer que a matéria-prima (madeira usada) é de 1250,87 m³, assim, podemos referir que 0,02% das madeiras usadas são resíduo contaminado.

5.2.7. Aço e Ferro

Estes resíduos também apresentam grande complexidade, devido ao facto das estacas dos pilares dos viadutos, e principalmente das estacas dos pilares da ponte, terem ficado com maior profundidade do que as previstas no projecto e previstas pela EE depois das sondagens geológicas. Devido a este aumento de profundidade, a armadura usada teve também de ser maior; consequentemente houve um incremento da quantidade de aço e ferro consumido.

É importante salientar ainda que a quantidade de aço e ferro usada nos pilares provisórios não está contemplada no valor apresentado, pois estes valores não foram disponibilizados pela EE até ao momento. No entanto, os resíduos de aço e ferro provenientes destas actividades construtivas foram totalmente contabilizados.

Assim, os valores usados nesta dissertação são os valores de projecto que se encontram no Anexo V. No Quadro 5.13 podemos ver a quantidade total de resíduos de ferro e aço total usada em obra e a quantidade total de resíduos ferrosos.

Quadro 5.13: Quantidade de Aço/Ferro usado e de resíduos produzidos (kg)

Quantidade de Aço/Ferro (kg)	
Matéria-prima de projecto	Resíduos
6.308.811,60	650.290

Sabendo que 1 m³ de Aço/Ferro pesa aproximadamente 7,7kN/m³ (0,78 t/m³) (Reis, 2000), podemos afirmar que se produziu 827,97 m³ de resíduo de Aço/Ferro.

Se compararmos a quantidade total de aço e ferro usado com a quantidade total de resíduos de ferro/aço produzidos, verifica-se os resíduos correspondem a 10,31% da quantidade consumida.

5.2.8. Solos e Rochas Contendo Substâncias Perigosas

Estes resíduos são provenientes essencialmente da utilização de substâncias perigosas, nomeadamente óleos descofrantes e tintas, e também devido aos equipamentos usados em obra, tanto nas manutenções, como durante o percurso que fazem em obra.

Assim, como indicador optou-se por calcular a área total que a obra ocupa com as áreas adjacentes à obra, nomeadamente os estaleiros. No Quadro 5.14 pode-se verificar a área ocupada pela obra.

Quadro 5.14: Área que a obra ocupa

Área que a Obra ocupa (m ²)	
Estaleiro I	4.255,00
Estaleiro II	1.683,00
Estaleiro III	4.745,00
Estaleiro IV	10.100,00
Estaleiro V	10.253,00
Deposito de Dragados	15.000,00
Viaduto Norte	17.668,79
Viaduto Sul	18.069,00
Acesso Norte	6.688,50
Acesso Sul	6.840,00
Total	95.302,29

Relacionando a área ocupada pela obra (95.302,29 m²) com os solos contaminados (2.025 kg) e sabendo que 1 m³ de solo contaminado equivale a 1,79 t (1,79 t/ m³) (Reis, 2000), podemos afirmar que 2.025 kg equivalem a 1,13 m³ de solos contaminados. Se se desprezar a altura da plataforma de trabalho, podemos dizer que o volume de solos que a obra ocupa é de cerca de 95.302,29 m³. Temos também de desprezar a altura de solo contaminado, só assim se poderá fazer uma comparação do volume de solos existentes com o resíduo produzido, podendo dizer-se que 0,00118% é resíduo contaminado (solos contaminados).

5.2.9. Mistura de Resíduos de Construção e Demolição Não Abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

Antes de mais convém esclarecer que esta tipologia de resíduos é maioritariamente decorrente de uma deficiente gestão. Tal como no ponto anterior, considerou-se mais pertinente relacionar a produção desta tipologia de resíduos com a área da empreitada, uma vez que os mesmos são decorrentes de diversas origens, muitas das quais não quantificáveis, nomeadamente matérias-primas que entram em obra com invólucro de plástico para protecção durante o transporte, equipamentos de protecção individual danificado, papel molhado que não é aceite no ecoponto.

Sabendo-se que a quantidade de resíduo produzido é de 5.8180 kg e que a densidade deste resíduo é de **0,40 t/m³** (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008), podemos afirmar que são produzidos 144,01 m³ de mistura de RCD e que por m² é produzido 0,000610 t (0,610 kg) de mistura de RCD.

5.2.10. Papel/Cartão, Embalagens Plásticas e Ferrosas e Vidro

No que se refere aos resíduos produzidos nos escritórios e nos refeitórios os valores obtidos decorrem do número de vezes que os ecopontos foram recolhidos desde que foram colocados nos

estaleiros IV e V (Março de 2008). Os dados apresentados referem-se até final de Março de 2009 para o estaleiro V, e até final de Maio de 2009 para o estaleiro IV.

Nos Quadros 5.15, 5.16 e 5.17 estão apresentados os tipos de resíduos, o código LER, a periodicidade de recolha dos ecopontos por parte do operador de resíduos, bem como as quantidades produzidas de resíduos.

Quadro 5.15: Número de semanas que cada contentor do ecoponto foi recolhido do estaleiro IV.

			ANO		TOTAL
			2008	2009	
Tipo de resíduos	LER	Ecoponto - Est IV	40 semanas	22 semanas	
Papel/Cartão	20 01 01	Semanal	40	22	62 semanas
Embalagens Plásticas/ Ferrosas	20 01 39	De 15 em 15 dias	20	11	31 semanas
Vidro	21 01 02	Mensal	10	5	15 semanas

Quadro 5.16: Número de semanas que cada contentor do ecoponto foi recolhido do estaleiro V.

			ANO		TOTAL
			2008	2009	
Tipo de resíduos	LER	Ecoponto - Est V	40 semanas	14 semanas	
Papel/Cartão	20 01 01	Semanal	40	14	54 semanas
Embalagens Plásticas/ Ferrosas	20 01 39	De 15 em 15 dias	20	7	27 semanas
Vidro	21 01 02	Mensal	10	3	13 semanas

Quadro 5.17: Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzido em obra.

		Est IV (l)	Est V (l)	Volume acumulado (m³)
Tipo de resíduos	LER	Ecopontos de 800 litros = 0,8 m³		
Papel/Cartão	20 01 01	49,6	43,2	92,8
Embalagens Plásticas/ Ferrosas	20 01 39	24,8	21,6	46,4
Vidro	21 01 02	12	10,4	22,4

O estaleiro V foi desactivado no final de Março de 2009, por isso o número de semanas é menor para este ecoponto.

Os valores apresentados são baseados no volume dos contentores dos ecopontos e supõe-se que estes estavam cheios quando foram recolhidos. No caso do contentor para o papel, apresenta-se um valor por defeito, pois muitas das vezes o papel produzido não coube no contentor e ficou em caixotes de cartão até ser recolhido ou era colocado no contentor de misturas de resíduos.

Nos outros dois contentores (vidro e embalagens) esta situação não aconteceu, por isso o valor apresentado poderá estar por excesso.

Concluir-se, portanto, que foram produzidos 92,8 m³ de papel, 46,4 m³ de embalagens e 22,4 m³ de vidro, em 14 meses de obra (desde que existe ecoponto em obra até dia 17 de Março de 2009 e final de Maio de 2009), o que representa uma média mensal de 6,63 m³/mês de papel, 3,31 m³/mês de embalagens e 1,6 m³/mês de vidro.

Pode-se também referir que foram produzidas 10,62 t de papel/cartão, 0,72 t de embalagens plásticas/ferrosas e 5,83 t de vidro, admitindo-se que as densidades destes resíduos são respectivamente, 0,11 t/m³ (Reis, 2000), 0,2 t/m³ (valor utilizado na obra da via de comunicação – Setúbal, 2008) e 0,26 t/m³ (Reis, 2000).

5.2.11. Óleos e Gorduras Alimentares e Misturas de Gorduras e Óleos, da Separação Óleo/Água, Contendo apenas Óleos e Gorduras Alimentares.

Estes resíduos provenientes dos refeitórios são relacionados com o número de refeições dadas desde que os refeitórios entraram em funcionamento (Janeiro de 2008) até ao final de Março e Maio de 2009, para os estaleiros V e IV, respectivamente.

Com o encerramento do estaleiro V, o número de refeições aumentou no estaleiro IV, pois os trabalhadores que efectuavam as suas refeições no estaleiro V passaram a fazê-las no estaleiro IV.

No Quadro 5.18 é apresentado o número médio total de refeições dadas desde Janeiro de 2008 até Maio de 2009.

Quadro 5.18: Número total médio de refeições dadas desde Janeiro de 2008 até Maio de 2009

Ano	Meses	Refeições
2008	12	39.600
2009	5	16.500
Total	17	56.100

É importante referir que no número de refeições total não estão contabilizados os fins-de-semana e que durante um dia são dadas duas refeições (almoço e jantar), o que quer dizer que num dia são dadas, em média, 150 refeições (330 refeições/22 dias úteis).

Estes dois resíduos alimentares em conjunto totalizaram, no período em análise, 4,07 m³, encontrando-se o valor apresentado por defeito, visto que a última saída de “óleos e gorduras alimentares” foi em Dezembro de 2008. Tal situação deve-se ao facto de se ter aumentado o número de recipientes, não tendo havido saídas dos mesmos e, portanto, não se tendo conseguido confirmar o valor exacto.

Em relação ao resíduo “misturas de gorduras e óleos, da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares” a última saída foi no final do mês de Fevereiro de 2009. É importante referir que este resíduo pode ter uma densidade variável consoante a eficiência do equipamento (separador de óleos e gorduras) utilizado.

Sabendo que a densidade dos óleos e gorduras alimentares é de $0,92 \text{ t/m}^3$ (IPA, 2004), e supondo que a densidade da “misturas de gorduras e óleos, da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares é igual, então podemos dizer que os $4,07 \text{ m}^3$ produzidos em conjunto equivalem a $3,744 \text{ t}$.

Analisando, então, os valores existentes, constata-se que foram gerados, em média, $0,027 \text{ m}^3$ de resíduos/refeição.

5.2.12. Lamas de Fossas Sépticas

No caso dos resíduos provenientes das ETAR instaladas nos estaleiros IV e V, as lamas são comparadas às lamas das fossas sépticas, visto durante o tratamento não ser utilizada qualquer substância química. O resíduo é recolhido pela Câmara Municipal de Alcácer do Sal (CMAS) e é enviado para a ETAR que serve o mesmo concelho.

As duas Mini-ETAR's foram dimensionadas para servir uma população de 150 habitantes equivalente para o estaleiro IV e 100 habitantes equivalente para o estaleiro V. Estes dois equipamentos foram instalados em Janeiro de 2008 e a ETAR do estaleiro V foi desactivada em Março de 2009, estando a ETAR do estaleiro IV ainda em funcionamento.

Devido ao facto das duas ETAR não estarem em funcionamento o mesmo número de meses (17 meses para ETAR do estaleiro IV e 15 meses para ETAR do estaleiro V), optou-se por se utilizar uma média do número de meses; assim, considerou-se que as ETAR estiveram em funcionamento 16 meses. Os resíduos produzidos durante esse período foram de 90 m^3 , o que equivale a dizer que por mês as duas ETAR produziam $5,63 \text{ m}^3$ de lamas.

Novamente, não foi possível obter elementos relacionados com a densidade destes resíduos na pesquisa efectuada; no entanto é importante referir que a densidade destes resíduos é variável, dependendo da eficiência do tratamento. Também não se encontraram elementos relacionados com este indicador na pesquisa efectuada e, por isso, não se conseguiu realizar a análise comparativa dos mesmos.

5.3. Análise dos Resultados Obtidos

O objectivo deste trabalho era primeiramente identificar e caracterizar os resíduos produzidos neste caso estudo, visto que actualmente não existe um estudo completo dos diferentes tipos e características dos resíduos produzidos em obras de construção civil.

Na análise aos resultados verificou-se que os resíduos resultantes da empreitada pertencem a vários capítulos da Portaria n.º209/2004, de 3 de Março (Código LER), concretamente:

- Capítulo 10 - Resíduos de processos térmicos;
- Capítulo 13 - Óleos usados e resíduos de combustíveis líquidos (excepto óleos alimentares, 05, 12 e 19);
- Capítulo 15 - Resíduos de embalagens; absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de protecção não anteriormente especificados;
- Capítulo 16 - Resíduos não especificados em outros capítulos desta lista;
- Capítulo 17 - Resíduos de construção e demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados);
- Capítulo 19 - Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial; e
- Capítulo 20 - Resíduos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as fracções recolhidas selectivamente, não pertencentes somente ao capítulo 17 - Resíduos de Construção e Demolição.

Estes resíduos são enviados para Operadores de Resíduos licenciados e maioritariamente são armazenados temporariamente nas instalações dos respectivos operadores até serem sujeitos às operações de eliminação e de valorização definidos para cada resíduo. A operação de valorização mais utilizada é a R13 - Acumulação de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R1 a R12 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efectuada). As outras operações são R3, R4, R9, D1, D8, D9 e D15, sendo esta última também bastante utilizada pelos operadores (D15 - Armazenagem enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas de D1 a D14 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efectuada)).

Pode-se ainda referir que das diferentes tipologias de resíduos (14 tipos diferentes), 29% foram eliminadas e as restantes 71% valorizadas, o que evidencia o cumprimento da nova regulamentação.

Outro objectivo deste trabalho era quantificar os resíduos produzidos, apresentando-se no Quadro 5.19 uma síntese dos resultados obtidos, com indicação dos códigos LER, das quantidades de resíduos produzidos, em kg e em m³, bem como as suas respectivas densidades.

Quadro 5.19: Tipo de resíduo, as suas densidades e as quantidades produzidas em (m³ e kg)

Tipo de Resíduo	LER	Densidade (t/m ³)	Quantidade (kg)	Quantidade (m ³)	% em volume
Mistura de Resíduos de Construção e Demolição	17 09 04	0,40	58.180	144,01	5,16
R. Ferro	17 04 05	0,79	650.290	827,97	29,67
R. Madeira	17 02 01	0,25	57.140	228,56	8,19
R. Betão	17 01 01 e 10 13 14	1,09	1.430.698	1.312,57	47,04
Embalagens contaminadas por R de sub perigosas	15 01 10*	0,05	462	9,24	0,33
Absorventes, materiais filtrantes, panos e vestuário de protecção contaminados com substâncias perigosas	15 02 02*	0,05	238	4,76	0,17
Filtros de óleos	16 01 07*	0,25	280	1,12	0,04
Madeiras contendo ou contaminadas com substâncias perigosas	17 02 04*	0,25	76	0,30	0,01
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	17 05 03*	1,785	2.025	1,13	0,04
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificantes	13 02 08*	0,918	3400	3,70	0,13
Óleos e gorduras alimentares	20 01 25	0,92	280	0,30	0,01
Óleos dos separadores de óleos e gorduras (Separador de óleos/gorduras)	19 08 09	0,92	3470	3,77	0,14
Lamas e misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores de óleos/água (Separador de Hidrocarbonetos)	13 05 02*	Valor não encontrado	-----	1,21	0,04
Lamas de fossas sépticas	20 03 04	Valor não encontrado	-----	90,00	3,23
Papel	20 01 01	0,11	10620	92,80	3,33
Embalagens	20 01 39	0,02	720	46,40	1,66
Vidro	20 01 02	0,26	5830	22,40	0,80

No Quadro 5.3., e ainda mais eloquentemente no Quadro 5.19., pode verificar-se que os resíduos mais significativos, ou seja, os que são produzidos em maior quantidade, em peso, são o betão, seguido do aço/ferro. Em relação aos resíduos menos significativos, em peso, são as madeiras contaminadas seguidas dos absorventes, materiais filtrantes, panos e vestuário de protecção contaminados com substâncias perigosas.

Para melhor compreensão dos resultados, as quantidades de resíduos produzidos foram convertidas em m³, tendo em conta as diferentes densidades dos resíduos, apresentando-se na Figura 5-5 a distribuição percentual do volume ocupado por cada tipologia de resíduo produzido.

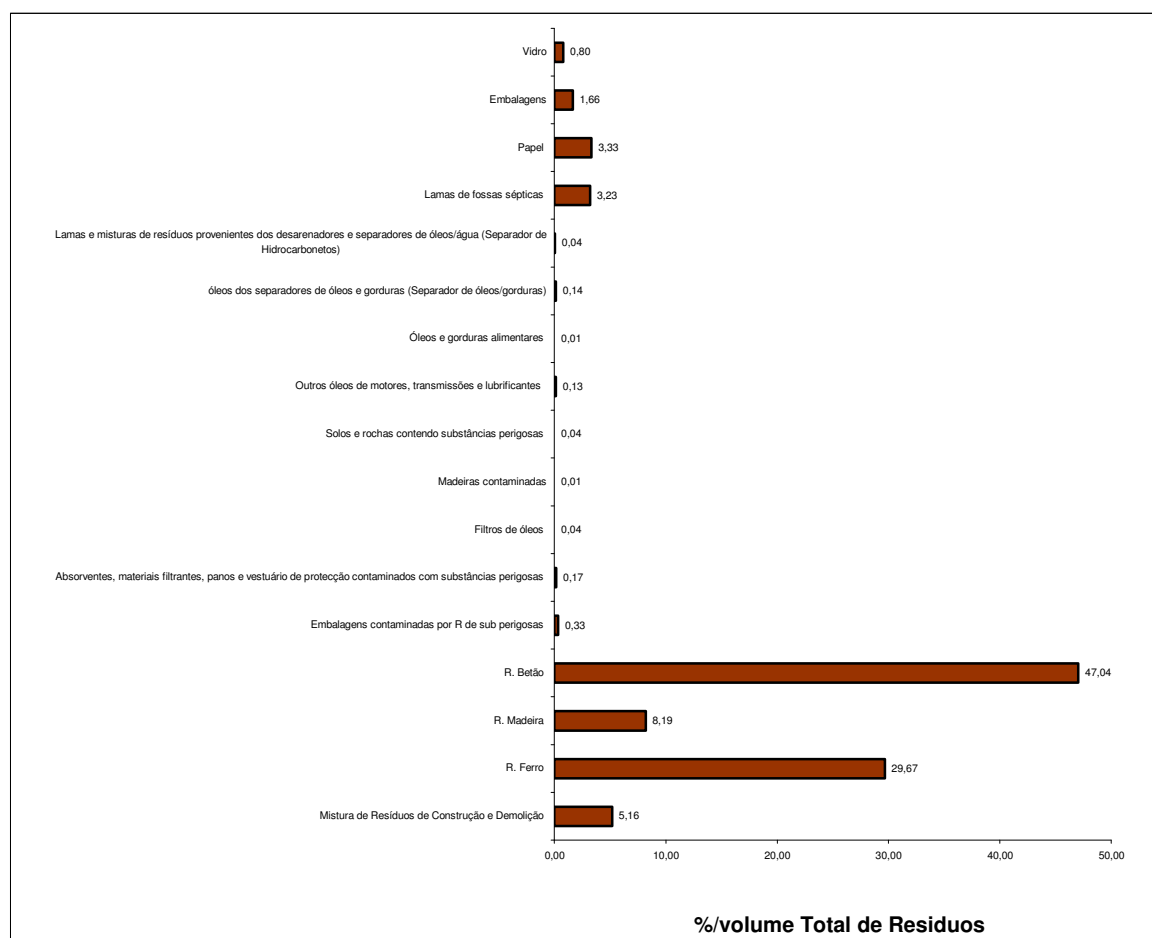


Figura 5-5. Distribuição percentual do volume de resíduos produzidos por tipologia de resíduo

Como se pode ver na figura 5.5., o resíduo produzido em maior percentagem de volume é o betão, seguido do ferro/aço, madeiras e da mistura de RCD. Os restantes resíduos foram produzidos em pequenos volumes, com excepção dos resíduos urbanos (papel/cartão, embalagens e vidro), que foram depositados nos ecopontos, e que devido à quantidade de refeições existentes em obra e às matérias-primas que vêm embrulhadas em papel/cartão, e plásticos são bastante significativas.

Da análise desta Figura podemos verificar, que o resíduo produzido em maior percentagem é o betão com 47,04% do total dos resíduos, seguido dos resíduos de ferro/aço com 29,67%, os de madeira com 8,19%, a mistura de RCD com 5,16%, embalagens com 1,66%, o papel com 3,33% e as lamas das fossas sépticas com 3,23%. A percentagem dos restantes resíduos é bastante pequena, pois a maioria deles não chega a 1%.

Como se referiu na metodologia, considerou-se de interesse comparar os valores obtidos nesta dissertação com os disponíveis para outro tipo de obras, designadamente o Edifício da Catalunha e uma via de comunicação Setúbal - Portugal. No Quadro 5-21 apresentam-se as quantidades de resíduos produzidos por área de obra (em m²) nas três situações correspondentes a três obras com características diferentes.

Quadro 5.20: Quantidade de resíduos produzidos em diferentes tipos de obras

Tipo de resíduos	Obra REFER		Edifício na Catalunha (IteC, 2008)	Via de comunicação em Portugal (Pengest, 2008)
	m ³	m ³ /m ²	m ³ /m ²	m ³ /m ²
Mistura de R de Construção e demolição	144,01	0,001511	0,000778	0,000067
R. Aço/Ferro	827,97	0,008688	0,001799	0,000007
R. Madeira	228,56	0,002398	0,014487	0,000100
R. Betão	1312,57	0,013773	0,026047	0,000600
Embalagens contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	9,24	0,000097	0,002186	0,000010
Madeiras contendo ou contaminadas com substâncias perigosas	0,30	0,000003	Dados não disponibilizados	Dados não disponibilizados
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	1,13	0,000012		0,000001
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificantes	3,70	0,000039		Dados não disponibilizados
Filtros de óleos	1,12	0,000012		
Absorventes, materiais filtrantes, panos e vestuário de protecção contaminados com substâncias perigosas	4,76	0,000050		
Óleos e gorduras alimentares	0,30	0,000003		
Óleos dos separadores de óleos e gorduras	3,77	0,000040		
Lamas e misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores de óleos/água	1,21	0,000013		
Lamas de fossas sépticas	90,00	0,000944		
Papel	92,80	0,000974	0,011875	0,000133
Embalagens	46,40	0,000487	0,010354	0,000012
Vidro	22,40	0,000235	Dado não disponibilizado	Dado não disponibilizado
TOTAL	2790,25	0,029278	0,0675	0,000930

Comparando as quantidades de resíduos produzidos na obra da REFER analisada nesta dissertação com as duas obras de diferentes características, verifica-se que o caso estudo produz, por m² de obra, um maior volume de resíduos de ferro/aço, solos contaminados e de mistura de resíduos. Na obra da Catalunha é produzido um maior volume de resíduo por m² no caso dos resíduos de betão, madeiras, embalagens, papel e plástico.

É importante referir que a densidade usada na obra dos edifícios e na via de comunicação para o resíduo de betão foi de 1,4 t/m³. Esta diferença de densidade pode dever-se às características do betão usado.

Analisando os elementos relativos a todos os resíduos comparáveis, verifica-se que na obra de edifícios em geral têm um maior volume por m² de obra que no caso de estudo.

Quadro 5.21: Comparação de percentagens de resíduos produzidos por obra.

Tipo de resíduos	Obra REFER		Edifício na Catalunha (IteC, 2008)		Via de comunicação em Portugal (Pengest, 2008)	
	m ³ /m ²	%	m ³ /m ²	%	m ³ /m ²	%
Mistura de R de Construção e demolição	0,001511	5,20	0,000778	1,15	0,000067	7,16
R. Aço/Ferro	0,008688	29,91	0,001799	2,66	0,000007	0,72
R. Madeira	0,002398	8,26	0,014487	21,45	0,000100	10,76
R. Betão	0,013773	47,42	0,026047	38,57	0,000600	64,53
Embalagens contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	0,000097	0,33	0,002186	3,24	0,000010	1,08
Madeiras contendo ou contaminadas com substâncias perigosas	0,000003	0,01	Dados não disponibilizados		Dados não disponibilizados	
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	0,000012	0,04			0,000001	0,16
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificantes	0,000039	0,13			Dados não disponibilizados	
Filtros de óleos	0,000012	0,04				
Absorventes, materiais filtrantes, panos e vestuário de protecção contaminados com substâncias perigosas	0,000050	0,17				
Óleos e gorduras alimentares e óleos dos separadores de óleos e gorduras	0,000003	0,01				
Lamas e misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores de óleos/água	0,000040	0,14				
Lamas de fossas sépticas	0,000013	0,04	0,011875 17,59		0,000133 14,34	
Papel	0,000944	3,25				
Plásticos	0,000974	3,35				
Vidro	0,000487	1,68	Dados não disponibilizados		Dados não disponibilizados	
TOTAL	0,000235	100,00	0,067526	100,00	0,002789	100,00

6. Conclusões

6.1. Síntese Conclusiva

Ao longo da realização desta dissertação foram identificados, caracterizados e quantificados os resíduos produzidos na obra da REFER (Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94 – 2ª Fase, da Linha do Sul), tendo sido ainda indicados os destinos finais seleccionados para os mesmos. A análise de tais elementos permitiu concluir que os resíduos com maior expressão nesta tipologia de obras são os relativos ao betão, ferro/aço, madeiras limpas e mistura de RCD, sendo que destes, só a mistura de RCD não foi alvo de valorização mas sim de eliminação.

Os resíduos gerados em menor quantidade são as madeiras contendo ou contaminadas com substâncias perigosas; os filtros de óleos; os absorventes, materiais filtrantes, panos e vestuário de protecção contaminados com substâncias perigosas, e as lamas e misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores de óleos/água, tendo os filtros e os materiais filtrantes sido valorizados e os restantes eliminados.

De notar que os solos não contaminados e os dragados não foram contemplados neste estudo, pois não foram considerados resíduos; contudo, os mesmos foram aproveitados/depositados em terrenos adjacentes à obra, o que se avalia como tendo a melhor solução, pois permitiu a preservação ambiental inerente à redução do transporte dos solos para outro local, evitou eventuais prejuízos da sua colocação em áreas menos apropriadas, e, adicionalmente, trouxe benefícios aos proprietários receptores dos solos, com a valorização do uso do solo.

Outro dado decorrente desta dissertação relaciona-se com a aposta na reutilização dos resíduos na obra em causa, o que, comparando com a conjuntura europeia, se considera outro aspecto positivo a salientar. Contudo, realça-se a insipiência da transferência de resíduos entre obras, o que coincide com a actual postura a nível nacional, com evidentes desvantagens para todos os intervenientes e a nível ambiental.

Note-se ainda que os resíduos gerados em obra foram maioritariamente valorizados (71%) e não eliminados (29%), o que dá seguimento e cumprimento às directrizes preconizadas na regulamentação nacional e comunitária.

Quanto aos indicadores de produção escolhidos e à quantidade de resíduos produzidos pode-se referir que a construção de uma ponte e dos seus viadutos de acesso com um comprimento total de 2735 metros são os apresentados no quadro 6.1.

Quadro 6.1: Indicadores de resíduos produzidos

Tipo de resíduo	Indicador	Quantidade (kg)	Quantidade (m ³)
Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações	N.º médio de equipamentos em obra	58.180	144,01
Lamas e misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores óleo/água (Separador de Hidrocarbonetos)	Indicador não encontrado	650.290	827,97
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas.	Área a pintar com tinta betuminosa	57.140	228,56
Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas.	Área a pintar com tinta betuminosa	1.430.698	1.312,57
Filtros de óleos	N.º médio de equipamentos em obra	462	9,24
Resíduos de betão e de lamas de betão	Quantidade de betão usado	238	4,76
Madeiras/Cofragens	Quantidade de madeiras usadas	280	1,12
Madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas	Quantidade de madeiras usadas	76	0,30
Aço e Ferro	Quantidade de aço/ferro usado	2.025	1,13
Solos e rochas contendo substâncias perigosas	Área total ocupada pela obra	3400	3,70
Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	Área total ocupada pela obra	280	0,30
Misturas de gorduras e óleos da separação óleo/água, contendo apenas óleos e gorduras alimentares (Separador de óleos/gorduras)	N.º médio de refeições = 150 refeições /dia	3470	3,77
Papel/Cartão	Nº de vezes em que os ecopontos foram recolhidos	-----	1,21
Vidro	Nº de vezes em que os ecopontos foram recolhidos	-----	90,00
Óleos e gorduras alimentares	N.º médio de refeições = 150 refeições /dia	10620	92,80
Embalagens Plásticas e ferrosas	Nº de vezes em que os ecopontos foram recolhidos	720	46,40
Lamas de fossas sépticas	16 meses de funcionamento das ETAR's	5830	22,40

Na relação entre matérias-primas e respectivos resíduos, constata-se alguma dificuldade em obter elementos fidedignos que possibilitem uma correspondência directa para a maioria dos materiais/resíduos; porém, dos resultados obtidos, verifica-se que são as madeiras que apresentam uma maior percentagem de aproveitamento em obra, seguidas do betão e, posteriormente, do ferro/aço.

No que se refere à comparação dos quantitativos da obra em questão e de outras duas obras a que se teve acesso, o Edifício da Catalunha e uma via de comunicação nacional, verifica-se que os resíduos de Aço/Ferro, solos contaminados e as Misturas de resíduos de construção demolição são mais significativos para a obra da REFER, sendo, todos os outros resíduos mais significativos na obra da construção de edifícios na Catalunha.

Para culminar, verifica-se que os resíduos mais frequentes nesta tipologia de obras ferroviárias são os que, em geral, mais se associam às obras de construção civil, pelo que, em fase de projecto, mais propriamente aquando da elaboração do PPGRCD, deve dar-se maior atenção aos seus quantitativos e à procura e definição de locais de deposição temporária e de operadores de resíduos licenciados para os mesmos, de modo a promover um adequado e atempado planeamento do seu encaminhamento (a nível de capacidade, localização e qualidade dos destinos finais) e evitar constrangimentos futuros.

Com os elementos existentes nesta dissertação poder-se-ão estabelecer percentagens para reciclagem, valorização e eliminação dos resíduos no PPGRCD, bem como determinar a base para a sua adequação em obra.

Fazendo um enquadramento histórico, recorda-se que o não tratamento dos resíduos faz com que os mesmos tenham que ser depositados em aterros sanitários, diminuindo rapidamente a capacidade dos mesmos, visto que a produção de RCD é bastante considerável. Caso estes RCD não sejam encaminhados para destino final e permaneçam em obra causarão muitos transtornos aos Donos da Obra e também aos proprietários de terrenos adjacentes à obra, pois os locais de depósito destes resíduos tornar-se-ão lixeiras, ocupando e/ou contaminando posteriormente os solos e as águas subterrâneas.

Enfatiza-se que neste caso de estudo específico, também poderão ocorrer problemas relacionados com a ocupação dos solos, pois as áreas debaixo dos viadutos (expropriadas pela REFER) são para uso por parte dos proprietários expropriados, caso estes assim o entendam; e a sua indevida ocupação poderá inviabilizar tal possibilidade e provocar eventuais reclamações e/ou prejuízo da imagem do Dono de Obra.

6.2. Limitações do Estudo

O planeamento do trabalho foi efectuado por forma a se obterem valores representativos da realidade, e também para se conseguirem calcular indicadores de produção reprodutíveis, no entanto, existiram algumas limitações que condicionaram os resultados finais obtidos, designadamente:

1. Dificuldade na obtenção de alguns resultados reais, pois a EE em causa não disponibilizou todos os dados a tempo da conclusão desta dissertação, nomeadamente dos materiais como o ferro/aço, betão (estacas provisórias) e madeiras;
2. Dificuldade na obtenção das densidades para cada matéria-prima usada;
3. O período de tempo que decorreu entre Outubro de 2007 (início da obra) e Outubro de 2008 (o início da realização da dissertação) fez com que se perdesse a possibilidade de obter alguns dados e de seleccionar indicadores mais fidedignos;
4. Dificuldade em seleccionar os indicadores de produção para determinados resíduos como, por exemplo, no caso dos seguintes resíduos:

- a. Lamas e Misturas de resíduos provenientes dos desarenadores e separadores óleo/água (13 05 02*);
 - b. Outros óleos de motor, transmissões e lubrificações (13 02 08*);
 - c. Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas (15 01 10*);
 - d. Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção, contaminados por substâncias perigosas (15 02 02*);
 - e. Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 (17 09 04) e
 - f. Filtros de óleos (16 01 07*).
5. Dificuldade em encontrar bibliografia sobre metodologias de quantificação de RCD e indicadores de produção na construção civil, nomeadamente em obras de viadutos e pontes, pois só foram encontrados estudos sobre edifícios;
 6. Dificuldade em encontrar dados de obras idênticas para se poder efectuar uma comparação com o caso estudo.

6.3. Linhas de Pesquisa Futuras

Conhecer a fundo as características da obra e os resíduos que serão produzidos é fundamental para o desenvolvimento de métodos adequados para a redução, triagem e reutilização dos resíduos em obra, bem como seleccionar o transportador e o destino final mais adequados. Para que a gestão de resíduos continue a ser efectuada da forma mais eficiente possível é necessário continuar a estudar as diferentes obras existentes, de modo, a privilegiar medidas preventivas e correctivas adequadas, bem como práticas ambientais mais correctas de modo a privilegiar a melhoria continua da gestão dos RCD. Assim, enumeram-se algumas ideias que poderão ser usadas em linhas futuras de pesquisa:

1. Estudo sobre o mesmo tema em obras com as mesmas características, de modo a poder-se comparar os resultados obtidos com os da presente dissertação;
2. Estudo sobre o mesmo tema em obras com as mesmas características mas com dados de produção desde o início até ao final da mesma;
3. Efectuar estudos sobre indicadores de produção de outros RCD, nomeadamente resíduos de estrutura metálica, como resíduos de soldadura, eléctrodos, discos de corte, entre outros;
4. Estudo sobre os resíduos produzidos em obra que possam ser reutilizados na mesma obra ou em outras mantendo a mesma qualidade do produto final da construção;
5. Estudo sobre o mercado de reciclados, a sua evolução e implicações para o mercado da construção civil;
6. Estudo da determinação de elementos que permitem prever os quantitativos de resíduos produzidos em diferentes tipos e dimensões de obras, de modo, a estimar os melhores indicadores que possam ser usados em todas as fases da obra.

7. Referencias Bibliográficas

Braga, J.; Morgado, E.. (2007). *Guia do Ambiente - Empresas, Competitividade e Desenvolvimento Sustentável*. Monitor. Lisboa

Brito, Jorge de (1999). *Técnicas de demolição de edifícios correntes*. Cadeira de processos de construção, Licenciatura em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Correia dos Reis, A.;Farinha, J.S.B.. (2000). *Tabelas Técnicas*. Edições Técnicas. Lisboa.

Demolición & Reciclaje – Publicacion especializada en demoliciones y recyclaje, “El reciclaje de materiales de la construccion en Cataluna crece un 150% en 5 anos, n. º35, Maio; Torrelaguna, 2006.

Ferbritas, Ecosistemas, (Maio, 2003), *Estudo de Impacte Ambiental do Concurso Público Internacional para a Construção da Linha do Sul - “Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94”*, Lisboa.

Ferbritas, Ecosistemas, (Dezembro de 2005), *Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução do Concurso Público Internacional para a Construção da Linha do Sul - “Variante entre a Estação do Pinheiro e o Km 94*, Lisboa.

Hendriks, Ch.F., Pietersen, H.S. (2000) *Sustainable Raw Materials – Construction and Demolition Waste*, Report 22. Rilem Publications S.A.R.L.

Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya – IteC, (2008), *Guia per a la redacció de l'Estudi de Gestió de residus de construcció i enderroc*, versió 1.0.

LNEC (2006). *E471 - Guia para a Utilização de Agregados Reciclados Grossos em Betões de Ligantes Hidráulicos*. Lisboa.

LNEC (2006). *E 472 - 2006 Guia para a Reciclagem de Misturas Betuminosas a Quente em Central*. Lisboa.

LNEC (2006). *E 473 - 2006 Guia para a Utilização de Agregados Reciclados em Camadas Não Ligadas de Pavimentos*. Lisboa.

LNEC (2006). *E 474 - 2006 Guia para a Utilização de Resíduos de Construção e Demolição em Aterro e Camada de Leito de Infra-Estruturas de Transporte*. Lisboa.

Lourenço, Cristina (2007). *Optimização dos Sistemas de demolição – demolição selectiva*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Lipsmeier, K.; Ipsmeier, Klaus (2005). Manual europeu de resíduos da construção de edifícios. [S.l.]:TU-Dresden [etc.], 2005. Vol.1. Tradução de: Waste manual for building constructions. ISBN 972-8600-16-X.

Malheiro, P, (2008). 70 por cento dos RCD sem paradeiro, *Água & Ambiente – O Jornal de Negócios do Ambiente*, n.º113, Água e Ambiente.

Martinho, M.G.M.; Gonçalves, M.G.P., (2000), *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta. Lisboa

Mascaranhas, J., (2003). *Sistemas de Construção – Volume I - contenções, drenagens, implementações, fundações, ancoragens, túneis, consolidação de terrenos*, Livro Horizonte, Lisboa.

Pereira, L., Jalali, S., Aguiar, B. (s/d). *Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição*. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho. Guimarães.

Rede Ferroviária Nacional - REFER EPE, (Novembro de 2006), *Projecto do Concurso Público Internacional para a Construção da “Variante de Alcácer (2ªfase) – Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso*. Lisboa.

Rede Ferroviária Nacional - REFER EPE, (Novembro de 2006), *Concurso Público Internacional para a Construção da “Variante de Alcácer (2ªfase) – Atravessamento Ferroviário do Sado: Ponte e Viadutos de Acesso*, Caderno de Encargos, Lisboa.

Ruivo, João; Veiga, João (2004). *Resíduos e construção e demolição: estratégia para um modelo de gestão*. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Sousa, Hipólito de, Brito, António (2008). O Decreto-Lei 46/2008 sobre resíduos e construção e demolição (RCD), *Revista Ingenium*, n.º106, II Série, 80-82, Ordem dos Engenheiros. Lisboa

Sousa, Hipólito de; (2008), *Gestão de resíduos e construção e demolição*, *Revista Industria e Ambiente*, n.º53, II Série, 18 - 21, Industria e Ambiente.

Páginas da Internet

Ambigroup, SGPS, S.A.,

http://www.ambigroup.com/demotri/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=81

APA – Agencia Portuguesa do Ambiente

<http://www.apambiente.pt>

Câmara Municipal de Montemor-o-Novo

<http://www.cm-montemornovo.pt/reagir/competencias%20de%20gestao.htm>, Julho 2009.

Ceifa Ambiente, Lda.

<http://www.ceifa-ambiente.net/>

Commonwealth of Massachusetts

<http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>

Comissão de Coordenação do Desenvolvimento Regional do Alentejo

www.ccdr-a.gov.pt/residuos/Projecto%20Converter_Resialentejo.pdf

Ecolabor – Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

<http://www.ecolabor.pt/empresa.html>

European Commission

http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_report.htm

Hawai'i State Government

<http://hawaii.gov/health/environmental/waste/sw/pdf/constdem.pdf>

Institution Recycling Network

<http://www.wastemiser.com/resources.html>

LIPOR – Serviços Intermunicipalizados de Gestão de Resíduos do Grande Porto

www.lipor.pt/upload/Lipor/ficheiros/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_RETRIA_Pedro%20mimoso_Visaconsultores.pdf

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

www.maotdr.gov.pt

Missouri Department of Natural Resources

<http://www.dnr.mo.gov/pubs/pub2045.pdf>

Ministry for the Environment (Manatū Mō Te Taiao) – New Zealand

<http://www.mfe.govt.nz/issues/waste/construction-demo/>

Minnesota Pollution Control Agency

<http://www.pca.state.mn.us/oea/greenbuilding/waste.cfm>

Renascimento - Gestão e Reciclagem de Resíduos, Lda

<http://www.renascimento.pt/wasteContents.do?id=6>

Trianova Reciclagem (Operador de Gestão de Resíduos Autorizado)

<http://www.trianovo.com/index.php?m=1&p=1>

Universidade do Minho

http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/3046/1/Gest%C3%A3o_RCD.pt

Universia Portugal

<http://biblioteca.universia.net/keywords/Construction%20and%20demolition%20wastes.html>

U.S. Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/osw/conservation/rrr/imr/cdm/index.htm>

Wisconsin Dept. of Natural Resources

<http://www.dnr.state.wi.us/org/caer/cea/publications/pubs/section3/ie211.pdf>

8. ANEXOS

8.1. ANEXO I - Boas Práticas Ambientais para Prevenir e Minimizar a Produção de RCD

Documentação

1. Elaborar um plano de gestão de resíduos;
2. Elaborar uma lista dos resíduos a gerar em obra;
3. Contratar operadores de resíduos licenciados e adequados aos resíduos produzidos, dando prioridade aos que desenvolverem operação de reciclagem;
4. Contactar transportadores de resíduos, caso necessário, para efectuar o transporte de resíduos. Verificando se os veículos ou transportador possuem licença;
5. Colocar contentores, devidamente identificados, para o armazenamento temporário de resíduos;
6. Adequar os contentores para resíduos à quantidade e à tipologia de resíduos produzidos;
7. Entrega de GARCD/comprovativos de recepção;
8. Assegurar a adequada gestão dos resíduos betuminosos, considerando-os perigosos até que seja evidenciada a sua não perigosidade (nomeadamente através da realização de análises ou da sua datação);
9. Promover a reutilização de RCD em obra, depois a sua reciclagem e só em último caso a sua deposição em aterro.

Gestão dos Resíduos

10. Os RSU deverão ser colocados em ecopontos que serão recolhidos por empresas especializadas;
11. Caso a produção de Papel/Cartão sejam pequena, deverão colocar os resíduos em recipientes devidamente identificados, impermeáveis e cobertos para evitar que fiquem molhados para posteriormente serem colocados em ecopontos ou ecocentro ou serem enviados para operador de resíduos;
12. Separação e valorização dos RCD, nomeadamente dos resíduos de madeira, ferro/aço, betão, vidro e papel/cartão;
13. Deverão ser construídas bacias de lavagem de calhas das auto-betoneiras revestidas com geotêxtil permeável, identificadas e delimitadas para que as autobetoneiras lavem as suas calhas, permitindo um maior controlo dos resíduos de betão e evitando que se impermeabilize o solo alterando os cursos de água naturais e prejudicando a paisagem;
14. Promover a separação para evitar a contaminação dos RCD com resíduos perigosos;
15. Proceder à separação selectiva dos resíduos, no final do dia, quando esta não foi efectuada convenientemente durante o dia de trabalho;
16. Armazenar os resíduos perigosos em recipientes identificados, impermeáveis e estanques;

17. Monitorizar o armazenamento dos resíduos de modo a promover o seu encaminhamento não superior a 3 meses, após terem sido gerados;
18. Armazenar os recipientes que contenham resíduos perigosos em local impermeável e coberto ao abrigo das intempéries, preferencialmente com contenções secundárias;
19. Devem existir identificação e as respectivas fichas de dados de segurança na proximidade do armazenamento, de modo a actuação em caso de derrame em conformidade com as indicações da mesma.

Frentes de Obra

20. Os geradores e compressores deverão ter uma bacia de retenção externa metálica devidamente dimensionada para evitar eventuais derrames de óleos e combustíveis em solo permeável;
21. Caso existam, depósitos de combustíveis estes deverão estar numa bacia de retenção impermeabilizada, estanque e preferencialmente coberta, ligados a um separador de hidrocarbonetos, para tratamento de possíveis fugas;
22. Os equipamentos e veículos nas frentes de obra deverão ser abastecidos com pistola ou funil e em área impermeabilizada ou com recurso a aparadeira, para se poder controlar melhor a quantidade de combustível a colocar e de modo a evitar derrames,
23. As manutenções dos equipamentos e veículos de obra deverão ser efectuadas sempre no mesmo sítio em local impermeável com pendente para o separador de hidrocarbonetos;
24. Deverá existir, caso necessário, lavagem dos rodados, de modo a não sujar os pavimentos;
25. Colocar nas frentes de obra somente as quantidades de materiais perigosos necessárias para a utilização diária;
26. Os materiais perigosos deverão ser colocados em local abrigado do sol e das intempéries e deverá ter uma bacia de retenção ou pelo menos um plástico impermeável com abas levantadas para assegurar a retenção de eventuais derrames e evitar a contaminação do solo;
27. Caso ocorra um derrame de uma substância perigosa em solo permeável, deverá proceder-se com urgência à remoção do solo contaminado e este deverá ser tratado como um resíduo perigoso;
28. Caso ocorra um derrame de uma substância perigosa em solo impermeável, deverá proceder-se com urgência à absorção do material com areia ou pó de pedra, serradura, solos, entre outros, devendo o composto ser tratado como um resíduo perigoso;
29. Caso ocorra um derrame de uma substância perigosa numa linha de água, deverá primeiramente verificar qual a fonte de poluição para estancar o derrame e proceder à colocação de barreiras absorventes para absorção do poluente, este deverá ser tratado como um resíduo perigoso (código LER 16 07 08*);

Cantinas e Refeitórios

30. Caso existam, as cantinas e os refeitórios deverão estar ligados a um separador de óleos e gorduras e a uma ETAR compacta dimensionada para um número médio de pessoas atendidas;
31. Nas cantinas e refeitórios deverão existir recipientes para armazenar os óleos usados.

Outros

32. Limpar a zona de trabalhos no final do dia de trabalho;
33. Deverão proceder à aspersão dos acessos, zonas de armazenamento de materiais, de modo a evitar o excesso de poeiras no ar;
34. Cumprir os trajectos de circulação de veículos e pedonais referidos para o acesso às frentes de obra;
35. Não queimar resíduos e materiais;
36. Deverão disponibilizar WC's Químicos para as frentes de obra;
37. Promover o aproveitamento de terras/RCD na obra de origem ou noutras.

8.2. ANEXO II - Área a Pintar com Misturas Betuminosas

Quadro 8.1. Área (m²) a pintar com misturas betuminosas no viaduto Norte

Pilares	Fuste (m ²)	Maciço (m ²)
P1	17,1	152,6
P2	20,7	152,6
P3	21,3	152,6
P4	16,2	152,6
P5	17,5	152,6
P6	19,8	152,6
P7	18,1	147,2
P8	22,6	147,2
P9	16,1	152,6
P10	19,9	152,6
P11	15,6	152,6
P12	22,6	152,6
P13	-0,3	152,6
P14	24,1	171,4
P15	21,8	171,4
P16	18,2	171,4
P17	21,4	171,4
P18	24	169,9
P19	24,9	169,9
P20	23,2	169,9
P21	11,2	169,9
P22	14,5	169,9
P23	12,2	169,9
P24	13,4	169,9
P25	17,3	145,2
Sub-Total	453,4	3 993,1
Total (m²)	4 446,5	

Quadro 8.2. Área (m²) a pintar com misturas betuminosas no viaduto Sul

Pilares	Fuste (m ²)	Maciço (m ²)
P1	12	145,2
P2	11,3	169,9
P3	11,4	169,9
P4	11,2	169,9
P5	15,2	169,9
P6	11,6	169,9
P7	11,5	169,9
P8	11,9	169,9
P9	12,2	169,9
P10	15,9	169,9
P11	15,9	169,9
P12	18,1	151,1
P13	21,9	151,1
P14	13,5	151,1
P15	17,4	151,1
P16	19,9	151,1
P17	17,5	145,2
P18	21,1	145,2
P19	18,4	151,1
P20	12,5	152,6
P21	14,7	152,6
P22	15,8	152,6
P23	14,6	152,6
P24	12,5	152,6
P25	14,2	152,6
Sub-Total	19,4	152,6
Total (m²)	172,0	

Quadro 8.3. Área (m²) a pintar com misturas betuminosas na Ponte

Pilares	Embassamento (m ²)	Maciço (m ²)
P1	44,7	442,9
P2	95,8	514,9
P3	95,9	514,9
P4	55,1	442,9
Sub-total	291,5	1 915,6
Total	2 207,1	

Quadro 8.4. Área total (m²) a pintar com misturas betuminosas

Ponte	2 207,1
Encontro Norte	1 743
Encontro Sul	818
Viaduto Norte	4 446,5
Viaduto Sul	4 501
TOTAL	13 715,6

8.3. ANEXO III - Volume de Betão Previsto em Projecto e Volume de Betão Real

Quadro 8.5. Volume de betão previsto em projecto e real (m3) para o Viaduto Norte

Pilares				Maciço				Capitel		
	Área (m²)	Altura (m)	Volume de betão (m3)	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume de betão (m3)	Área (m²)	Altura (m)	Volume de betão (m3)
EN			612				642,00	----	----	-----
1	6,983	4,53	31,63	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
2	6,983	5,23	36,52	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
3	6,983	6,18	43,15	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
4	6,983	7,23	50,49	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
5	6,983	8,33	58,17	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
6	6,983	10,03	70,04	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
7	7,683	10,73	82,44	7,5	10,5	2,5	196,88	21,572	1,6	34,52
8	7,683	10,73	82,44	7,5	10,5	2,5	196,88	21,572	1,6	34,52
9	6,983	7,622	53,22	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
10	6,983	8,937	62,41	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
11	6,983	11,333	79,14	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
12	6,983	14,31	99,93	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
13	6,983	17,468	121,98	7,5	10,5	2,5	196,88	16,112	1,6	25,78
14	6,983	20,007	139,71	7,5	12	2,5	225,00	16,112	1,6	25,78
15	6,983	20,219	141,19	7,5	12	2,5	225,00	16,112	1,6	25,78
16	6,983	20,444	142,76	7,5	12	2,5	225,00	16,112	1,6	25,78
17	6,983	20,669	144,33	7,5	12	2,5	225,00	16,112	1,6	25,78
18	7,363	20,894	153,84	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
19	7,363	21,119	155,50	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
20	7,363	21,344	157,16	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
21	7,363	21,569	158,81	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
22	7,363	21,794	160,47	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
23	7,363	22,019	162,13	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
24	7,363	22,244	163,78	7,5	12	2,5	225,00	17,609	1,6	28,17
25	8,063	22,469	181,17	7,5	10,5	2,5	196,88	23,559	1,6	37,69
Sub total 1N			3344,40	Sub total 2N			5873,25	Sub total 3N		690,63
Total N			9908,29							

Quadro 8.6 Volume de betão previsto em projecto e real (m3) para o Viaduto Sul

	Pilares			Maciço				Capitel		
	Área (m2)	Altura (m)	Volume de betão (m3)	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume de betão (m3)	Área (m2)	Altura (m)	Volume de betão (m3)
1	8,063	22,219	179,15	7,5	10,5	2,5	196,875	23,559	1,6	37,69
2	7,363	22,094	162,68	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
3	7,363	21,869	161,02	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
4	7,363	21,694	159,73	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
5	7,363	21,469	158,08	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
6	7,363	21,044	154,95	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
7	7,363	20,969	154,39	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
8	7,363	20,594	151,63	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
9	7,363	19,57	144,09	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
10	7,363	17,992	132,48	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
11	7,363	17,095	125,87	7,5	12	2,5	225	17,609	1,6	28,17
12	7,363	15,479	113,97	7,5	10,5	2,5	196,875	17,609	1,6	28,17
13	7,363	13,444	98,99	7,5	10,5	2,5	196,875	17,609	1,6	28,17
14	7,363	12,09	89,02	7,5	10,5	2,5	196,875	17,609	1,6	28,17
15	7,363	12,817	94,37	7,5	10,5	2,5	196,875	17,609	1,6	28,17
16	7,363	12,625	92,96	7,5	10,5	2,5	196,875	17,609	1,6	28,17
17	8,063	11,51	92,81	7,5	10,5	2,5	196,875	23,559	1,6	37,69
18	8,063	10,847	87,46	7,5	10,5	2,5	196,875	23,559	1,6	37,69
19	7,363	9,185	67,63	7,5	10,5	2,5	196,875	17,609	1,6	28,17
20	6,983	9,022	63,00	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
21	6,983	9,36	65,36	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
22	6,983	9,197	64,22	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
23	6,983	8,035	56,11	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
24	6,983	8,372	58,46	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
25	6,983	8,189	57,18	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
26	6,983	7,449	52,02	7,5	10,5	2,5	196,875	16,112	1,6	25,78
ES			215				281,50	----	----	-----
Sub total 1S			3052,63	Sub total 2S			5681,5	Sub total 3S		744,33
TOTAL S			9478,46							

Quadro 8.7. Volume de betão previsto em projecto e real (m3) para a Ponte

Betão da Ponte			
Pilares	Rolhão (m3)	Maciço (m3)	Superestrutura do pilar (m3)
P1	512	1024	556,2
P2	760	1216	662,8
P3	760	1216	662,8
P4	512	1024	590,4
Sub-Total	2544	4480	2472,2
Total (m3)	9496,2		

Quadro 8.8. Volume total de betão previsto em projecto (m3) utilizado nas super-estruturas

Volume Total de Betão previsto em projecto e real (m ³) utilizado nas super-estruturas
28882,95

Quadro 8.9. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m3) para as estacas do Viaduto Norte

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
Encontro Norte	EN-1	1,20	17,00	18,00	576,00	1,50
	EN-2	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-3	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-4	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-5	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-6	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-7	1,20	17,00	19,00		1,50
	EN-8	1,20	17,00	22,00		1,50
	EN-9	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-10	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-11	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-12	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-13	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-14	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-15	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-16	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-17	1,20	17,00	20,00		1,50
	EN-18	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-19	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-20	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-21	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-22	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-23	1,20	17,00	20,00		1,50
	EN-24	1,20	17,00	20,00		1,50
	EN-25	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-26	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-27	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-28	1,20	17,00	18,00		1,50
	EN-29	1,20	17,00	23,00		1,50
	EN-30	1,20	17,00	20,00		1,50
	EN-31	1,20	17,00	18,00		1,50
P1N	A	1,50	25,00	28,00	121,00	1,50
	B	1,50	25,00	28,00		1,50
	C	1,50	25,00	37,00		1,50
	D	1,50	25,00	28,00		1,50

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
P2N	A	1,50	24,60	30,00	119,50	1,50
	B	1,50	24,60	31,00		1,50
	C	1,50	24,60	26,50		1,50
	D	1,50	24,60	32,00		1,50
P3N	A	1,50	24,70	28,00	113,00	1,50
	B	1,50	24,70	28,00		1,50
	C	1,50	24,70	27,00		1,50
	D	1,50	24,70	30,00		1,50
P4N	A	1,50	25,10	30,00	121,00	0,75
	B	1,50	25,10	30,00		0,75
	C	1,50	25,10	31,00		0,75
	D	1,50	25,10	30,00		0,75
P5N	A	1,50	26,70	38,00	134,00	1,61
	B	1,50	26,70	33,00		1,61
	C	1,50	26,70	33,00		1,61
	D	1,50	26,70	30,00		1,61
P6N	A	1,50	26,60	39,00	140,00	1,49
	B	1,50	26,60	33,00		1,49
	C	1,50	26,60	38,00		1,49
	D	1,50	26,60	30,00		1,49
P7N	A	1,50	26,70	33,00	132,00	1,10
	B	1,50	26,70	33,00		1,10
	C	1,50	26,70	33,00		1,10
	D	1,50	26,70	33,00		1,10
P8N	A	1,50	22,80	41,00	146,00	1,23
	B	1,50	22,80	33,00		1,23
	C	1,50	22,80	37,00		1,23
	D	1,50	22,80	35,00		1,23
P9N	A	1,50	23,40	29,00	151,00	1,67
	B	1,50	23,40	29,00		1,67
	C	1,50	23,40	30,00		1,67
	D	1,50	23,40	30,00		1,67
	E	1,50	23,40	33,00		1,67
P10N	A	1,50	31,90	44,00	211,00	1,58
	B	1,50	31,90	35,00		1,58
	C	1,50	31,90	50,00		1,58
	D	1,50	31,90	38,00		1,58
	E	1,50	31,90	44,00		1,58
P11N	A	1,50	30,40	39,00	196,50	0,94
	B	1,50	30,40	38,00		0,94
	C	1,50	30,40	41,50		0,94
	D	1,50	30,40	39,00		0,94
	E	1,50	30,40	39,00		0,94
P12N	A	1,50	26,20	27,00	152,00	1,20
	B	1,50	26,20	30,00		1,20
	C	1,50	26,20	30,00		1,20
	D	1,50	26,20	30,00		1,20
	E	1,50	26,20	35,00		1,20
P13N	A	1,50	26,60	30,00	149,32	1,50
	B	1,50	26,60	30,00		1,50
	C	1,50	26,60	29,32		1,50
	D	1,50	26,60	30,00		1,50
	E	1,50	26,60	30,00		1,50
P14N	A	1,50	26,20	30,00	190,00	1,50
	B	1,50	26,20	30,00		1,50
	C	1,50	26,20	30,00		1,50

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
	D	1,50	26,20	30,00		1,50
	E	1,50	26,20	40,00		1,50
	F	1,50	26,20	30,00		1,50
P15N	A	1,50	37,00	40,00	248,00	1,50
	B	1,50	37,00	40,00		1,50
	C	1,50	37,00	48,00		1,50
	D	1,50	37,00	40,00		1,50
	E	1,50	37,00	40,00		1,50
	F	1,50	37,00	40,00		1,50
P16N	A	1,50	39,10	45,00	270,00	1,50
	B	1,50	39,10	45,00		1,50
	C	1,50	39,10	45,00		1,50
	D	1,50	39,10	45,00		1,50
	E	1,50	39,10	45,00		1,50
	F	1,50	39,10	45,00		1,50
P17N	A	1,50	38,80	43,00	274,00	1,50
	B	1,50	38,80	45,00		1,60
	C	1,50	38,80	45,00		1,60
	D	1,50	38,80	45,00		1,60
	E	1,50	38,80	43,00		1,60
	F	1,50	38,80	53,00		1,60
P18N	A	1,50	38,80	43,00	263,00	1,72
	B	1,50	38,80	45,00		1,72
	C	1,50	38,80	43,00		1,72
	D	1,50	38,80	44,00		1,72
	E	1,50	38,80	43,00		1,72
	F	1,50	38,80	45,00		1,72
P19N	A	1,50	40,30	45,00	270,00	2,00
	B	1,50	40,30	45,00		2,00
	C	1,50	40,30	45,00		2,00
	D	1,50	40,30	45,00		2,00
	E	1,50	40,30	45,00		2,00
	F	1,50	40,30	45,00		2,00
P20N	A	1,50	40,50	43,00	263,00	1,50
	B	1,50	40,50	45,00		1,50
	C	1,50	40,50	43,00		1,50
	D	1,50	40,50	44,00		1,50
	E	1,50	40,50	43,00		1,50
	F	1,50	40,50	45,00		1,50
P21N	A	1,50	41,60	43,00	258,00	1,50
	B	1,50	41,60	43,00		1,50
	C	1,50	41,60	43,00		1,50
	D	1,50	41,60	43,00		1,50
	E	1,50	41,60	43,00		1,50
	F	1,50	41,60	43,00		1,50
P22N	A	1,50	43,00	45,00	272,00	1,50
	B	1,50	43,00	45,00		1,50
	C	1,50	43,00	46,00		1,50
	D	1,50	43,00	46,00		1,50
	E	1,50	43,00	45,00		1,50
	F	1,50	43,00	45,00		1,50
P23N	A	1,50	43,20	45,00	270,00	2,10
	B	1,50	43,20	45,00		2,10
	C	1,50	43,20	45,00		2,10
	D	1,50	43,20	45,00		2,10

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
	E	1,50	43,20	45,00		2,10
	F	1,50	43,20	45,00		2,10
P24N	A	1,50	44,90	46,00	280,00	1,30
	B	1,50	44,90	47,00		1,30
	C	1,50	44,90	46,00		1,30
	D	1,50	44,90	47,00		1,30
	E	1,50	44,90	47,00		1,30
	F	1,50	44,90	47,00		1,30
P25N	A	1,50	46,30	49,00	242,00	1,50
	B	1,50	46,30	49,00		1,50
	C	1,50	46,30	48,00		1,50
	D	1,50	46,30	49,00		1,50
	E	1,50	46,30	47,00		1,50
Sub-Total			4860,20	5562,32	5562,32	237,39
						RCD do Saneamento

Quadro 8.10. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m3) para as estacas do Viaduto Sul

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em Projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
P1	A	1,50	61,50	64,00	333,00	1,76
	B	1,50	61,50	80,00		1,76
	C	1,50	61,50	64,00		1,76
	D	1,50	61,50	62,00		1,76
	E	1,50	61,50	63,00		1,76
P2	A	1,50	54,43	56,50	335,00	1,50
	B	1,50	54,43	54,00		1,50
	C	1,50	54,43	58,00		1,50
	D	1,50	54,43	55,00		1,50
	E	1,50	54,43	55,00		1,50
	F	1,50	54,43	56,50		1,50
P3	A	1,50	47,36	48,50	299,50	1,50
	B	1,50	47,36	49,00		1,50
	C	1,50	47,36	49,00		1,50
	D	1,50	47,36	54,00		1,50
	E	1,50	47,36	49,00		1,50
	F	1,50	47,36	50,00		1,50
P4	A	1,50	42,24	43,00	260,00	1,50
	B	1,50	42,24	43,00		1,50
	C	1,50	42,24	43,00		1,50
	D	1,50	42,24	44,00		1,50
	E	1,50	42,24	43,00		1,50
	F	1,50	42,24	44,00		1,50
P5	A	1,50	45,60	50,00	303,00	1,50
	B	1,50	45,60	52,00		1,50
	C	1,50	45,60	50,00		1,50
	D	1,50	45,60	49,00		1,50
	E	1,50	45,60	52,00		1,50
	F	1,50	45,60	50,00		1,50
P6	A	1,50	38,71	45,50	268,00	1,50
	B	1,50	38,71	45,00		1,50
	C	1,50	38,71	41,50		1,50
	D	1,50	38,71	44,00		1,50

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em Projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
	E	1,50	38,71	47,00		1,50
	F	1,50	38,71	45,00		1,50
P7	A	1,50	38,79	43,00	246,00	1,50
	B	1,50	38,79	43,00		1,50
	C	1,50	38,79	41,00		1,50
	D	1,50	38,79	39,00		1,50
	E	1,50	38,79	41,00		1,50
	F	1,50	38,79	39,00		2,92
P8	A	1,50	38,71	43,50	257,50	2,92
	B	1,50	38,71	40,00		2,92
	C	1,50	38,71	44,00		2,92
	D	1,50	38,71	50,00		2,92
	E	1,50	38,71	41,00		2,92
	F	1,50	38,71	39,00		2,47
P9	A	1,50	44,01	51,00	290,00	2,47
	B	1,50	44,01	50,00		2,47
	C	1,50	44,01	48,00		2,47
	D	1,50	44,01	45,00		2,47
	E	1,50	44,01	48,00		2,47
	F	1,50	44,01	48,00		2,47
P10	A	1,50	42,08	45,00	232,00	2,40
	B	1,50	42,08	45,00		2,40
	C	1,50	42,08	44,00		2,40
	D	1,50	42,08	45,00		2,40
	E	1,50	42,08	53,00		2,40
P11	A	1,50	35,00	39,00	183,30	3,00
	B	1,50	35,00	35,50		3,00
	C	1,50	35,00	38,00		3,00
	D	1,50	35,00	36,00		3,00
	E	1,50	35,00	34,80		3,00
P12	A	1,50	33,00	34,00	169,00	1,84
	B	1,50	33,00	33,00		1,84
	C	1,50	33,00	33,00		1,84
	D	1,50	33,00	34,00		1,84
	E	1,50	33,00	35,00		1,84
P13	A	1,50	37,00	38,50	194,50	3,00
	B	1,50	37,00	38,00		3,00
	C	1,50	37,00	41,00		3,00
	D	1,50	37,00	36,00		3,00
	E	1,50	37,00	41,00		3,00
P14	A	1,50	46,00	47,00	242,00	0,94
	B	1,50	46,00	47,00		0,94
	C	1,50	46,00	50,00		0,94
	D	1,50	46,00	50,00		0,94
	E	1,50	46,00	48,00		0,94
P15	A	1,50	41,00	41,00	200,00	1,14
	B	1,50	41,00	40,00		1,14
	C	1,50	41,00	39,00		1,14
	D	1,50	41,00	40,00		1,14
	E	1,50	41,00	40,00		1,14
P16	A	1,50	37,00	43,00	220,00	1,50
	B	1,50	37,00	44,00		1,50
	C	1,50	37,00	44,00		1,50
	D	1,50	37,00	46,00		1,50

Pilares	Estacas	Diâmetro (m)	Volume de betão (m3)			Saneamento das estacas (m)
			Previsto em Projecto	Real	Volume real de betão por pilar	
P17	E	1,50	37,00	43,00	96,50	1,50
	A	1,50	23,00	24,50		2,05
	B	1,50	23,00	25,00		2,05
	C	1,50	23,00	25,00		2,05
	D	1,50	23,00	22,00		2,05
P18	A	1,50	28,00	30,00	120,00	3,00
	B	1,50	28,00	30,00		3,00
	C	1,50	28,00	30,00		3,00
	D	1,50	28,00	30,00		3,00
P19	A	1,50	30,00	30,00	121,50	2,70
	B	1,50	30,00	31,00		2,70
	C	1,50	30,00	30,50		2,70
	D	1,50	30,00	30,00		2,70
P20	A	1,50	30,00	31,00	121,50	1,50
	B	1,50	30,00	30,00		1,50
	C	1,50	30,00	30,50		1,50
	D	1,50	30,00	30,00		1,50
P21	A	1,50	32,00	31,00	124,50	2,40
	B	1,50	32,00	31,50		2,40
	C	1,50	32,00	31,00		2,40
	D	1,50	32,00	31,00		2,40
P22	A	1,50	34,00	33,00	138,00	3,00
	B	1,50	34,00	35,00		3,00
	C	1,50	34,00	35,00		3,00
	D	1,50	34,00	35,00		3,00
P23	A	1,50	35,00	34,00	138,50	1,50
	B	1,50	35,00	35,00		1,50
	C	1,50	35,00	35,00		1,50
	D	1,50	35,00	34,50		1,50
P24	A	1,50	34,00	34,50	137,50	1,50
	B	1,50	34,00	34,00		1,50
	C	1,50	34,00	34,50		1,50
	D	1,50	34,00	34,50		1,50
P25	A	1,50	34,00	34,50	138,50	1,50
	B	1,50	34,00	34,50		1,50
	C	1,50	34,00	34,50		1,50
	D	1,50	34,00	35,00		1,50
P26	A	1,75	38,00	37,00	150,00	1,75
	B	1,75	38,00	38,00		1,75
	C	1,75	38,00	38,00		1,75
	D	1,75	38,00	37,00		1,75
Encontro Sul	ES-1	1,20	25,00	24,00	231,00	1,20
	ES-2	1,20	25,00	21,00		1,20
	ES-3	1,20	25,00	24,00		1,20
	ES-4	1,20	26,00	26,00		1,20
	ES-5	1,20	25,00	21,00		1,20
	ES-6	1,20	25,00	22,00		1,20
	ES-7	1,20	25,00	21,00		1,20
	ES-8	1,20	25,00	24,00		1,20
	ES-9	1,20	26,00	24,00		1,20
	ES-10	1,20	26,00	24,00		1,20
Sub-Total			5287,00	5550,30	5550,30	260,81
						RCD do Saneamento

Quadro 8.11. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m³) para as estacas da Ponte

Pilares	Diâmetro (m)	Volume de betão por pilar (m ³)	
		Previsto em projecto	Real
P1	2	863,1	963
P2	2	1828,8	1984
P3	2	1274,4	1458,5
P4	2	909	1072
Sub-Total		4875,3	5477,5

Quadro 8.12. Volume de betão previsto em Projecto e Real (m³) para as estacas (m3)

Volume de betão previsto pela EE (m ³)	15 022,50
Volume de betão real usado (m ³)	16 590,12

Quadro 8.13. Volume total de betão previsto em projecto (m³) utilizado nas super-estruturas

Volume Total de Betão previsto em projecto e real (m³) utilizado nas super-estruturas
28 882,95

Quadro 8.14. Volume de betão total usado em obra (m³)

Volume de betão previsto pela EE (m ³)	43 905,45
Volume de betão real usado (m ³)	45 473,07

8.4. ANEXO IV - Quantidade de Madeiras / Cofragem

Quadro 8.15. Quantidade de madeiras/cofragens usadas no Viaduto Norte (m²)

Pilares	Escoroamento e descofragem em fundações (m ²)	Escoroamento e descofragem em elevações (m ²)	Escoroamento e descofragem em faces de estereotomia (m ²)
Encontro	233	1969	671
Sub-Total	2873		

Quadro 8.16. Área das fundações dos pilares do Viaduto Norte (m²)

Pilares	Fundações (m ²)	Superestrutura (m ²)
P1	90,00	143,90
P2	90,00	168,60
P3	90,00	202,10
P4	90,00	239,20
P5	90,00	278,10
P6	90,00	338,10
P7	90,00	395,50
P8	90,00	382,40
P9	90,00	253,10
P10	90,00	299,50
P11	90,00	384,20
P12	90,00	489,30
P13	90,00	600,90
P14	97,50	690,60
P15	97,50	698,00
P16	97,50	706,00
P17	97,50	713,90
P18	97,50	779,20
P19	97,50	787,80
P20	97,50	776,40
P21	97,50	804,90
P22	97,50	813,50
P23	97,50	822,10
P24	97,50	830,70
P25	90,00	885,20
Sub-Total	2332,50	13483,20
Total	15815,70	

Quadro 8.17. Área total da cofragem do Viaduto Norte

Total de cofragem do viaduto Norte (m ²)
18688,70

Quadro 8.18. Quantidade de madeiras/cofragens usadas no Viaduto Sul (m²)

Pilares	Escoroamento e descofragem em fundações (m ²)	Escoroamento e descofragem em elevações (m ²)	Escoroamento e descofragem em faces de estereotomia (m ²)
Encontro	79	540	225
Sub-Total	844		

Quadro 8.19. Área das fundações dos pilares do Viaduto Sul (m²)

Pilares	Fundações (m ²)	Superestrutura (m ²)
P1	90,00	895,00
P2	97,50	824,90
P3	97,50	816,40
P4	97,50	809,70
P5	97,50	801,10
P6	97,50	784,90
P7	97,50	782,10
P8	97,50	767,80
P9	97,50	728,70
P10	97,50	668,60
P11	97,50	634,40
P12	90,00	572,80
P13	90,00	495,20
P14	90,00	443,60
P15	90,00	471,30
P16	90,00	464,00
P17	90,00	456,80
P18	90,00	429,60
P19	90,00	332,80
P20	90,00	302,50
P21	90,00	314,50
P22	90,00	308,70
P23	90,00	267,70
P24	90,00	279,60
P25	90,00	273,10
P26	90,00	247,00
Sub-Total	2415,00	14172,80
Total		16587,80

Quadro 8.20. Área total da cofragem do Viaduto Sul (m²)

Total de cofragem do viaduto Sul (m ²)
17431,80

Quadro 8.21. Quantidade de madeiras/cofragens usadas na Ponte (m²)

Pilares	Fundações (m ²)	Superestrutura (m ²)
P1	256,00	1053,90
P2	280,00	1183,30
P3	280,00	1183,30
P4	256,00	1082,80
Sub-Total	1072,00	4503,30
Total		5575,3

Quadro 8.22. Quantidade total de madeiras/cofragens usadas na obra (m²)

Quantidade total de madeiras/cofragens (m ²)
41695,80

8.5. ANEXO V - Quantidade Real de Aço/Ferro usado

Quadro 8.23. Quantidade de Aço/Ferro real usado na Ponte (Kg)

Pilares	Fustes (Kg)	Embasamento (Kg)	Capitel (Kg)	Maciços (Kg)	Armadura (Kg)
P1	54190,40	2662,50	13823,70	98508,00	169184,60
P2	60143,80	4374,60	13823,70	115135,00	193477,10
P3	60143,80	4374,60	13823,70	115135,00	193477,10
P4	55543,00	3138,30	13823,70	98508,00	171013,00
Sub-Total	230021,00	14550,00	55294,80	427286,00	727151,80
Total (Kg)	1454303,6				

Quadro 8.24. Quantidade de Aço/Ferro real usado na Viaduto Norte (Kg)

Pilares	Fustes (Kg)	Capitel (Kg)	Maciços (Kg)	Armadura (Kg)
Encontro	111416			
P1	11661,70	5040,60	11983,30	28685,60
P2	8723,20	4835,50	11983,30	25542,00
P3	9896,80	4835,50	11983,30	26715,60
P4	11193,90	4835,50	11983,30	28012,70
P5	12552,80	4835,50	11983,30	29371,60
P6	14653,00	4835,50	11983,30	31471,80
P7	17349,20	6290,40	11983,30	35622,90
P8	16876,90	6290,40	11983,30	35150,60
P9	11678,20	4835,50	11983,30	28497,00
P10	13302,70	4835,50	11983,30	30121,50
P11	16262,70	4835,50	11983,30	33081,50
P12	19940,40	4835,50	11983,30	36759,20
P13	23841,70	4835,50	11983,30	40660,50
P14	26978,30	4835,50	13890,30	45704,10
P15	46595,10	5040,60	13890,30	65526,00
P16	46997,60	5040,60	13890,30	65928,50
P17	47400,10	5040,60	13890,30	66331,00
P18	47831,60	5588,50	13890,30	67310,40
P19	48262,30	5588,50	13890,30	67741,10
P20	48692,90	5588,50	13890,30	68171,70
P21	49123,60	5588,50	13890,30	68602,40
P22	49554,20	5588,50	13890,30	69033,00
P23	31937,50	5383,40	13890,30	51211,20
P24	32236,50	5383,40	13890,30	51510,20
P25	35841,20	6289,60	11983,30	54114,10
Sub-Total	699384,10	130932,60	320559,50	1150876,20
Total (Kg)	2413168,40			

Quadro 8.25. Quantidade de Aço/Ferro real usado na Viaduto Sul (Kg)

Pilares	Fustes (Kg)	Capitel (Kg)	Maciços (Kg)	Armadura (Kg)
P1	35475,30	6289,60	11983,30	53748,20
P2	50128,40	5588,50	13890,30	69607,20
P3	49697,80	5588,50	13890,30	69176,60
P4	49362,80	5588,50	13890,30	68841,60
P5	48932,20	5588,50	13890,30	68411,00
P6	48118,70	5588,50	13890,30	67597,50
P7	47975,20	5588,50	13890,30	67454,00
P8	51011,20	5588,50	13890,30	70490,00
P9	49951,30	5588,50	13890,30	69430,10
P10	26586,40	5588,50	11983,30	44158,20
P11	25394,50	5588,50	11983,30	42966,30
P12	23247,10	5588,50	11983,30	40818,90
P13	20543,00	5588,50	11983,30	38114,80
P14	18743,80	5588,50	11983,30	36315,60
P15	19709,90	5588,50	11983,30	37281,70
P16	19454,80	5588,50	11983,30	37026,60
P17	19798,60	6289,60	11983,30	38071,50
P18	18828,00	6289,60	11983,30	37100,90
P19	14883,70	5383,40	11983,30	32250,40
P20	13407,70	4835,50	11983,30	30226,50
P21	13825,30	4835,50	11983,30	30644,10
P22	13623,90	4835,50	11983,30	30442,70
P23	12188,40	4835,50	11983,30	29007,20
P24	12604,70	4835,50	11983,30	29423,50
P25	12378,70	4835,50	11983,30	29197,50
P26	17143,30	5040,60	11983,30	34167,20
Encontro	37400,00			
Sub-Total	733014,70	142133,30	326821,80	1201969,80
Total (Kg)	2441339,60			

Quadro 8.26. Quantidade de Aço/Ferro total usado na obra (Kg)

Quantidade de Aço/Ferro usado na obra (kg)
6308811,60

